

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
 УДК 691.771:566.081.2:006.42

«До захисту допущено»
 Завідувач кафедри
 _____ А.І.Жученко
(підпис) (ініціали, прізвище)
 “ 18 ” травня 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності **151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології**
(код і назва)

на тему: Керування якістю продукції у системі автоматизації виробництва глинозему

Виконала: студентка 6 курсу, групи ЛА-61м
(шифр групи)

_____ Попович Ольга Вікторівна _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник _____ доцент, к.т.н., Ярошук Л. Д. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ професор, д.т.н., Панов Є. М. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
 немає запозичень з праць інших авторів без
 відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-хімічний факультет

(повна назва)

Кафедра автоматизації хімічних виробництв

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.І.Жученко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« 26 » березня 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Попович Ользі Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Керування якістю продукції в системі автоматизації виробництва глинозему

науковий керівник дисертації Ярошук Людмила Дем'янівна, доцент, к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 21 » березня 2018 р. № 979-с

2. Термін подання студентом дисертації « 18 » травня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження Технологічні процеси виробництва глинозему

4. Предмет дослідження Система керування процесами виробництва глинозему з врахуванням системи якості по стандартизації ISO

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Дослідити технологічну систему виробництва глинозему з точки зору керування показниками якості; впровадити системи контролю якості за стандартом ISO; дослідити та описати структуру показників якості процесів; врахувати методи вимірювання показників в системі керування; створити бази знань для експертної системи; розробити математичне забезпечення системи контролю якості для робочого місця оператора-технолога; розробити стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: технологічна схема виробництва глинозему; схеми показників якості та видів їх контролю; граф причин браку продукції; візуалізація програми для робочого місця оператора-технолога

7. Орієнтовний перелік публікацій Опублікування результатів дослідження методів впровадження системи керування якістю ISO ; використання статистичних методів для процесу спікання

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання « 29 » березня 2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз основних положень системи якості ISO	23 березня 2018 року	
2	Визначення основних показників якості процесів виробництва та способів їх вимірювання	29 березня 2018 року	
3	Оформлення стартап-проекту	22 квітня 2018 року	
4	Створення та використання експертної системи при виникненні браку	25 квітня 2018 року	
5	Використання та обчислення статистичних методів досліджень	27 квітня 2018 року	
6	Принципи побудови програмного засобу для робочого місця оператора-технолога	7 травня 2018 року	
7	Оформлення магістерської дисертації	10 травня 2018 року	

Студент

(підпис)

Попович О. В.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Ярошук Л. Д.

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація виконана на тему «Керування якістю продукції в системі автоматизації виробництва глинозему», містить 91 сторінки пояснювальної записки, 21 ілюстрації, 25 таблиць, 3 додатки та 10 бібліографічних найменування.

Метою проекту є дослідження методів впровадження системи контролю якості по стандартизації *ISO* та використання статистичних методів для покращення якості в системі автоматизації виробництва глинозему.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виробництва глинозему.

Предмет дослідження – система керування процесами виробництва глинозему з врахуванням системи якості по стандартизації *ISO*.

Досліджено технологічну схему виробництва з точки зору показників якості, впроваджено системи контролю якості за стандартом *ISO*, досліджено та описано структуру показників якості процесів, враховано методи вимірювання показників в системі керування, створено бази знань для експертної системи.

Розроблено математичне забезпечення системи контролю якості для робочого місця оператора-технолога та розроблено стартап-проект, який базований на створеній програмі.

Передбачається опублікування результатів досліджень по визначенню засобів та методів покращення якості продукції та програмного забезпечення робочого місця оператора-технолога.

Ключові слова: АЛЮМІНІЙ, ГЛИНОЗЕМ, ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ *ISO*, СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ, НЕЧІТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРОЦЕСИ СПІКАННЯ БОКСИТІВ, *MICROSOFT EXCEL*.

ABSTRACT

The master's dissertation was performed on the topic "Control of product quality in the automation system for the alumina production". It contains 91 pages of explanatory notes, 21 illustrations, 25 tables, 3 appendixes and 10 bibliographic titles.

The purpose of the project is to investigate the implementation methods of the ISO quality control system and the use of statistical methods to improve the quality of the alumina production automation system.

Object of research - technological processes of alumina production.

The subject of the study is the alumina production management system, taking into account ISO quality standardization system.

The technological scheme of production in terms of quality indicators is investigated, ISO quality control systems have been introduced, the structure of the quality indicators of processes has been investigated and described, the methods of measuring the indicators in the control system have been taken into account, knowledge bases have been created for the expert system.

The mathematical support of the quality control system for the workplace of the operator-technologist was developed and a startup project based on the created program was developed.

It is planned to publish research results on the definition of means and methods for improving the quality of products and software of the workplace of the operator-technologist.

Keywords: ALUMINUM, ALUMINA, CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEM, ISO QUALITY MANAGEMENT SYSTEM, STATISTICAL METHODS OF RESEARCHES, FUZZY CONTROL SYSTEM, EXPERT SYSTEM, AUTOMATION, BOXING MIXTURE PROCESSES, MICROSOFT EXCEL.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ХТС – хіміко-технологічна система.

ІСУ – інтегрована система управління.

ТЗА – технічні засоби автоматизації.

СМЯ – система менеджменту якості.

СУЯ – система управління якістю.

БЗ – база знань.

Зміст

ВСТУП.....	9
1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ МЕТОДОМ СПІКАННЯ.....	11
1.1. Опис технологічної схеми.....	11
1.2. Фізико-хімічні основи виробництва глинозему.....	15
1.3. Постановка задачі дослідження.....	18
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЯКОСТІ <i>ISO</i> У СИСТЕМУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ.....	19
2.1. Загальні положення системи <i>ISO</i>	19
2.2. Досвід застосування <i>ISO</i> на інших виробництвах.....	25
2.3. Власні розробки в систему якості у виробництві глинозему.....	28
2.4. Врахування показників якості в схемі автоматизації.....	33
Висновки до розділу 2.....	30
3. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	36
3.1. Експертна система для діагностування порушень норм системи <i>ISO</i> в процесі спікання.....	36
3.2. Нечітка система керування концентрацією оксиду алюмінію.....	39
Висновки до розділу 3.....	46
4. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ ОПЕРАТОРА-ТЕХНОЛОГА.....	47
4.1. Статистичні методи дослідження якості у виробництві глинозему.....	47
4.2. Програмне забезпечення способів контролю якості на робочому місці оператора-технолога.....	54
Висновки до розділу 4.....	62
5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....	63
5.1. Ідея та опис стартапу.....	63

5.2. Аудит динаміки та основних тенденцій ринку виробництва глинозему.....	65
5.3. Аналіз маркетингового середовища.....	66
5.3.1. Аналіз внутрішнього середовища.....	66
5.3.2. Аналіз зовнішнього середовища.....	71
5.3.3. Аналіз факторів мікроркетингового середовища.....	73
5.3.4. Формулювання управлінської проблеми.....	75
5.4. Конкурентний аналіз компанії.....	76
5.5. Ринкові стратегії стартап-проекту.....	78
5.6. Комерційна пропозиція.....	79
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
Додатки.....	85

ВСТУП

Рівень споживання різноманітних товарів з кожним роком збільшується, і цим самим ставить важливим питання їх якості. Насамперед це стосується усіх великих підприємств, продукти діяльності яких впливають на інші сфери. Зокрема це стосується виробництва алюмінію.

Сфера використання алюмінію різноманітна. Широке застосування він знаходить у харчовій, хімічній, нафтовій промисловості, у авіації, електроніці, машино- та суднобудуванні. Така потреба виникає завдяки його властивостям, таких як: легкість, зносостійкість, корозостійкість, міцність.

Впливовими, головними факторами конкуренції продукції є ціна та якість. В умовах ринкових відносин з кожним роком зростає роль нецінових відносин, в такому випадку привернути увагу клієнта можна лише високою якістю продукту. Пріоритетом у розвитку промисловості є підвищення конкурентоспроможності продукції, тому що не підвищуючи якість продукту виробництво втрачає великі можливості зросту. Це досягається впровадженням системи управління якістю продукції за стандартами *ISO*.

Потреба в якості була актуальною та прагнула до забезпечення всі часи. Міжнародна організація по стандартизації *ISO* ввела власне визначення поняття «якості», таке як здатність задовольняти запропоновані та встановлені потреби. Це поняття стало еталонним, що частково і дало популярність цьому стандарту у всьому світі.

Виникнення браку продукції не уникає жодне виробництво, так саме як і не застраховане воно від виникнення аварійних ситуацій. Щоб зарадити виникненню великих втрат на виробництві існує потреба у детальному аналізі підприємства та розроблені плану дій при виникненні тієї чи іншої ситуації.

Таким чином розроблення дій для забезпечення зменшення кількості браку продукції є актуальною темою, яка може бути вирішена за рахунок дотримання жорстких вимог на кожному етапі виробництва згідно системи якості продукції по стандартизації *ISO*, яка містить в собі опис необхідних стадій та документів, які обов'язкові до використання.

Метою магістерської дисертації є дослідження системи *ISO* стосовно застосування її елементів у систему автоматизації технологічних процесів виробництва глинозему задля підвищення його ефективності зокрема за рахунок дотримання високих показників якості продукції.

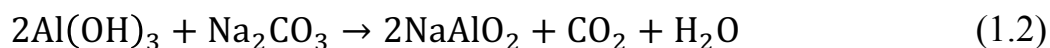
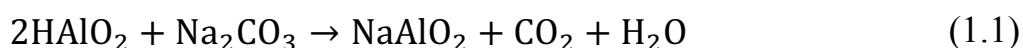
1. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ МЕТОДОМ СПІКАННЯ

1.1. Опис технологічної схеми

Широке застосування алюмінію вимагає виробництва його у великих кількостях. Для виробництва алюмінію використовують кальцинований глинозем, який виробляють з бокситу методом спікання. Метод спікання застосовується для переробки висококремнистого бокситу. Він дозволяє отримувати чистий глинозем з руд (низькосортних бокситів, нефелінів тощо) з високим (вище 6%) вмістом кремнезему. За способом спікання можна перероблювати не лише різні боксити, але й нефеліни, глини, каоліни та інші алюмосилікатні породи, запаси яких майже невичерпні.

Процес, в якому відбуваються основні хімічні перетворення вважається процес спікання. Втім існують інші не менш важливі процеси у виробництві глинозему. Всі вони йдуть в наступному порядку:

- 1) Здрібнювання алюмінієвої руди та вапняку, мокрий розмел шихти в содовому розчині та коригування складу пульпи;
- 2) Спікання пульпи за температури 1300 °С за реакцією (1.1) – металалюмінієва кислота та карбонат натрію; (1.2) – гідрооксид алюмінію та карбонат:



і утворенням дикальційсилікату:



- 3) Дробленням утвореного спека та вилуговуванням з нього водою алюмінатів натрію і калію;
- 4) Знекремнення розчину – видалення з розчину алюмінатів непрореагованого оксиду алюмінію і домішок оксиду силіцію у вигляді білого шламу, що повертається в процес;

5) Карбонізація розчину алюмінатів дією оксиду вуглецю і осадження гідроксиду алюмінію;

6) Відділення гідроксиду алюмінію за температури 1200 °С.

Технологічну схему виробництва глинозему методом спікання наведено на рисунку 1.1.

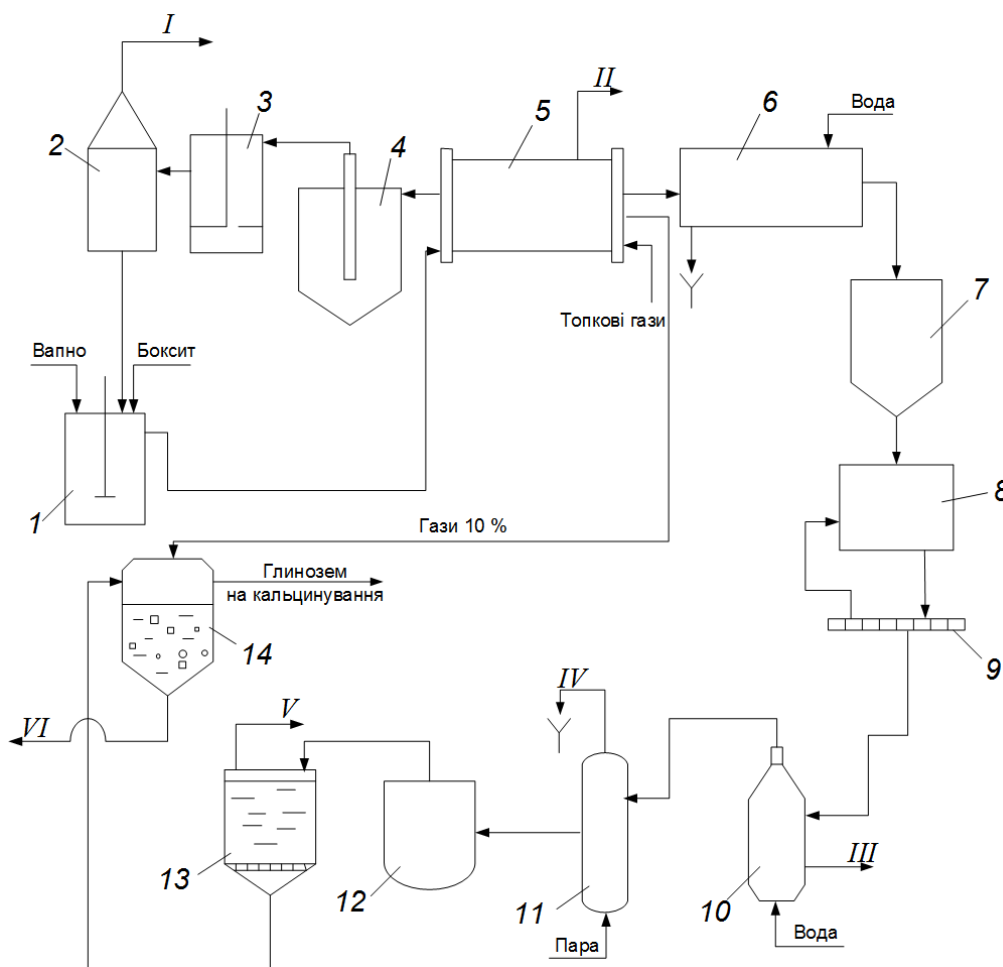


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва глинозему методом спікання:

1 – змішувач шихти; 2 – скруббер-осаджувач; 3 – електрофільтр; 4 – циклон;

5 – трубчаста піч спікання; 6 – трубчастий холодильник; 7 – бункер спеку;

8 – дробарка; 9 – грохот; 10 – вилужувач; 11 – автоклав знекремнення;

12 – загусник; 13 – фільтр білого шламу; 14 – карбонізатор;

I, II – відхідні гази; III – червоний шлам; IV – непрореагований оксид алюмінію; V – білий шлам; VI – содопродукт

Згідно з наведеною схемою шихту, яка попередньо була сформована з тонко подрібненого бокситу, соди, оборотних продуктів, нагрівають і спікають у трубчастій печі 5 при температурі 1100-1300 °С, у результаті чого утворюється спек. Утворений

спек охолоджується в трубчастому холодильнику 6 і нагромаджується в бункері 7, звідки надходить у дробарку 8, а з неї – у грохот 9. Після грохоту продукт потрібної дисперсності спрямовується у вилужувач 10, куди надходить вода та слабкий зворотний розчин алюмінату натрію. Отриманий спек у вигляді кусків різного розміру і певного мінералогічного складу обробляють оборотним розчином лугів або водою для переведення спека і лугів в алюмінатний розчин. Тут відокремлюється червоний шлам, а алюмінатний розчин спрямовується в автоклав знекремнення 11, який обігрівається гострою парою (180 °C). Під час знекремнення розчину в автоклаві з нього видаляється непрореагований оксид алюмінію *IV* і домішки оксиду силіцію у вигляді білого шламу *V*, що повертають у процес. Пройшовши загусник 12 і фільтр 13, на якому відокремлюється білий шлам. Після очищення алюмінатного розчину від твердих домішок і кремнезему його розкладають методом карбонізації у карбонізаторі 14 для отримання в осаді гідрооксид алюмінію. Під час карбонізації у рідкій фазі гідрооксид алюмінію перетворюється на содопродукт *VI*, який надалі можна використовувати як вторинний матеріальний ресурс. Твердий гідрооксид алюмінію після промивки і фільтрації направляється на кальцинацію куди з печі спікання надходить газ, що містить оксид вуглецю (*IV*). Гідрооксид алюмінію, що випадає з розчину, відокремлюється і після промивання спрямовується на кальцинування, а розчин карбонатів натрію та калію (содопродукт) після підкріплення спрямовується на приготування пульпи (шихти). Гази, що відходять з печі спікання, проходять через циклон 4, електрофільтр 3 і скруббер-осаджувач 2, де вивільняються від пилу спека, який повертається в процес, і викидаються в атмосферу [1].

Піч спікання за годину викидає до 300 тис. м³ газу *II*, а в кожному з них до 150 мг пилу, що викликає застосування послідовно розташованих пилових камер, циклонів та електрофільтрів. Склад газів: оксиди вуглецю, смоли, сірчаний газ, пил. Вловлений пил повертають в піч, а частину газів після додаткового очищення подають на карбонізацію в карбонізатор 14. Концентрації складових у газах *I* та *II*, які викидаються у навколишнє середовище вимірюють за допомогою газоаналізаторів типу УГ-2 та АМ-4, робота яких базується на підставі швидко трапляючих реакціях

взаємодії дослідного газу з індикаторним порошком. Проби повітря беруться на висоті 1,5 м від підлоги. Шлам, що утворюється при вилуговуванні бокситових спеків, наразі не використовують і розміщують як відходи на так зване шламове поле[2].

Важливим фактором є правильний розмел шихти. В залежності від розмірів шматків, твердості і вологості бокситу дроблення відбувається у декілька стадій в шокових, молоткових дробарках. Крупність дроблення повинна бути достатньою для наступної операції – розмелу, який ведуть в трубчастих млинах. Боксит і вапняк розмелюють разом в содовому розчині після випарки. Додають в шихту свіжу соду для компенсації втрат лугів.

Сировиною для алюмінію служить глинозем. Це порошкоподібний окис алюмінію, що складається з двох модифікацій окису: альфа-глинозем і гамма-глинозем. Альфа-окис алюмінію – найбільш стійка форма, яка в природі спостерігається у вигляді мінералу корунду. Її основними характеристиками є міцна структура, велика твердість і хімічна стійкість: температура плавлення його більше 2054 °С. Отримують гамма-глинозем при зневодненні гідроокису алюмінію, він добре взаємодіє із розчинами лугів і кислот, має високу гігроскопічність. Нагрітий навіть до 1000 °С гамма-глинозем утримує близько 1% води, і тільки тривала витримка при 1200 °С повністю його озневоднює. Гамма-глинозем у своїй природі перетворюється на корунд [3].

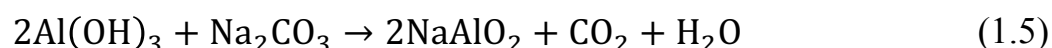
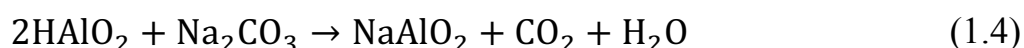
Глинозем потрібний для отримання алюмінію. Спечений глинозем повинен бути сучасним матеріалом високої якості. Він знайшов застосування у виготовленні особливо термостійких виробів. При кальцинації (спеченні) глинозем піддають дії високих температур, 1200 – 1300 °С. Свій перелік корисних властивостей глинозем отримує за рахунок додаткової температурної обробки, а саме: підвищена термостійкість, електроізоляція, пластичність, підвищена стійкість до зношення і стирання, покращена механічна стійкість, здатність до відтворення точних розмірів і форм готовим виробам. Кальцинований глинозем може виготовлятися і застосовуватись у вільному, неформованому вигляді, а також у вигляді зв'язаних виробів, але через те, що алюміній має високу хімічну активність він в природі зустрічається лише в зв'язаному стані, у формі різних мінералів і гірських порід.

Якість кінцевого продукту виробництва напряму залежить від якості проміжних продуктів кожного з процесів виробництва. Для певності належного протікання процесів виробництва доцільно визначити показники якості кожного з них та відобразити це у схему автоматизації. Це є хорошим кроком до введення вимог до контролю процесів, за їх спостереженням та дозволить спростити шлях впровадження системи якості *ISO* в подальшому, акцентуючи увагу на головних характеристиках якості.

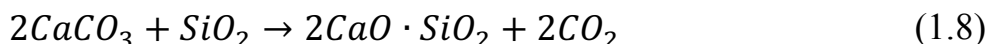
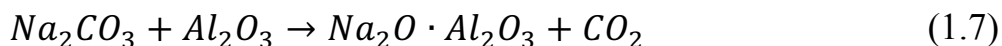
1.2. Фізико-хімічні основи виробництва глинозему

Для можливості детального аналізу виробництва та збору інформації для подальшого дослідження на якість слід розглянути фізико-хімічні моменти виробництва глинозему. Склад шихти з бокситу включає в себе: боксит, вапняк, оборотний содовий розчин, свіжа сода для компенсації втрат лугу в процесі і оборотні продукти, що являють собою шлами знекремнення та шлам каустифікації. Боксит для виробництва беруть певного штаму, який відповідає вимогам державного стандарту якості. Приготування шихти відбувається за такими етапами, яких потрібно дотримуватись:

- а) дроблення бокситу та вапняку;
- б) мокрий розмел компонентів шихти;
- в) коректування шихти за реакціями:



Шихта, яку отримали після усі цих процесів йде в трубчасту піч на спікання. При спіканні такої шихти утворюється добре розчинний у воді алюмінат натрію, двокальцієвий силікат, який малорозчинний у воді і нестійкий до гідролізу ферит натрію. Про це свідчать реакції:



Відповідно до цих реакцій повинно виконуватись молекулярне відношення:

$$Na_2O : (Al_2O_3 + Fe_2O_3) = 1 \pm 0.05 \quad (1.9)$$

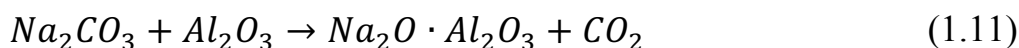
$$CaO : SiO_2 = 2 \pm 0.05 \quad (1.10)$$

Отриманий бокситовий спек йде на вилуговування оборотним розчином, після чого Al_2O_3 переходить у алюмінатний розчин. Двокальцієвий силікат, який утворився в результаті вилуговування, при взаємодії з алюмінатним розчином частково розчиняється, і кремнезем при цьому переходить у розчин. Проте велика кількість двокальцієвого силікату залишається у шламі, який відділяють від алюмінатного розчину. Алюмінатний розчин знекремнюють і розкладають для виділення гідрооксиду алюмінію.

В процесі спікання послідовно відбувається зневоднення мокрої шихти, нагрів матеріалу, утворення спеку, охолодження спеку. Все це повинно відбуватися при певних параметрах, за якими важливо слідкувати.

Фізико-хімічні перетворення при спіканні різних шихт вивчити важко. Такого роду затруднення спричиняються через наявність великої кількості оксидів вільних та зв'язаних, саме через це важливим моментом є перегляд взаємодії найважливіших реакцій цього процесу, таких як:

Взаємодія між Na_2CO_3 і Al_2O_3 при нагріванні. Така реакція являється одна з найбільш важливих в бокситовій шихті, тому що в результаті цієї реакції утворюється алюмінат натрію. Реакція між оксидом алюмінію бокситу із содою закінчується з утворенням металоалюмінату натрію – $Na_2CO_3 \cdot Al_2O_3$ ($NaAlO_2$). Взаємодія між содою та оксидом алюмінію протікає за реакцією:



Взаємодія між CaCO_3 і SiO_2

В даній системі $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ відомі зв'язки:

- 1) Метасилікат кальцію ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) з температурою плавлення 1540°C . Стійким залишається до 1150°C , нижче утворюється $\beta \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$;
- 2) Трьохкальцієвий силікат $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$, з температурою плавлення 1475°C ;
- 3) Ортосилікат (двокальцієвий силікат) кальцію $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, який плавиться при температурі 2130°C ;
- 4) Трьокальцієвий силікат $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ отримується при тривалому обпаленні суміші CaO та SiO_2 при температурі від 1400°C до 1500°C .

У виробництві глинозему методом спікання найбільше значення має ортосилікат кальцію, тому що він виникає першим при нагріванні суміші CaO з SiO_2 будь-якої пропорції. Незалежно від відношення та у вихідній суміші (від 1:1 до 3:1) на початку спікання утворюється завжди двокальцієвий силікат.

Взаємодія між Na_2CO_3 , Al_2O_3 і SiO_2 . Така система відображає основні перетворення, які протікають при спіканні малокремнистого бокситу із содою. Високе вилучення Al_2O_3 та Na_2O із спеку при такій системі можливе лише для бокситів з невеликим вмістом кремнезему. При перегляді умов спікання суміші Na_2CO_3 , Al_2O_3 і SiO_2 вказувалось, що спеки складаються в основному з алюмінату і алюмосилікату натрію. Таким чином спікання суміші Na_2CO_3 , Al_2O_3 і SiO_2 дає спек, який складається з алюмінату та алюмосилікату [4].

1.3. Постановка задачі дослідження магістерської роботи

Звертаючи увагу на широке використання алюмінію у різних сферах промисловості, як міцного, термостійкого, корозостійкого матеріалу, який повинен мати високу якість та відповідати вимогам стандарту *ISO*, до основних задач магістерської дисертації належать наступні пункти:

1. Дослідження технологічної системи виробництва глинозему з точки зору керування показниками якості;
2. Впровадження системи контролю якості за стандартом *ISO*;
3. Дослідження та опис структури показників якості процесів;
4. Врахування методів вимірювання показників в системі керування;
5. Створення бази знань для експертної системи та розробка математичного забезпечення системи контролю якості для робочого місця оператора-технолога;
6. Розробка стартап-проекту, метою якого є забезпечення впровадження розробки у виробництво та її поширення у інших галузях.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЯКОСТІ ISO У СИСТЕМУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ

2.1. Загальні положення системи ISO

Зростання рівня споживання різноманітних товарів ставить важливим питання їх якості. Основою цього є так званий ефект накопичування недоліків у виробничих ланцюгах та пов'язано з суттєвим впливом на довкілля та на здоров'я людей. Одна із моделей управління, метою якої є вдосконалення результатів виробництва – система якості *ISO* (*International Organization for Standardization*), яка є всесвітньою федерацією національних органів стандартизації бізнес - і технологічних процесів [5]. Впровадження системи управління якістю вважається стратегічним рішенням. Пріоритетом у розвитку промисловості є підвищення конкурентоспроможності продукції шляхом впровадження систем управління якістю. Не підвищуючи якість продукту, виробництво втрачає великі можливості зростання конкурентоспроможності. Наявність сертифіката *ISO 9001* в умовах постійно зростаючої конкуренції – один із чинників, що допомагає підприємству не лише продовжувати діяльність, а й стати одним із сильніших у своїй галузі.

В Україні вимоги стандарту *ISO 9001* були введені та почали поширюватись з 2001 р., коли країна увійшла до *ISO* та прийняла стандарт ДСТУ *ISO 9001-2001* «Системи управління якістю. Вимоги». Це є національним аналогом міжнародного стандарту якості. Його вимоги є основою для розробки та впровадження системи управління якістю, як складової частини загальної системи управління виробництвом. Сертифікація виробництва є доказом, що умови, які визначені нормативними документами забезпечують стабільність конкретних характеристик продукції, що виготовляється. Широке застосування та розповсюдженість стандарту *ISO 9001* обумовлена своїм мінімалізмом.

Згідно до *ISO – 9000* система складається з керівних та робочих органів (ланок). До керівних органів належать генеральна асамблея, технічний відділ контролю та рада керівників, а до робочих органів – технічні комітети, підкомітети та консультативні групи.

Виробництво повинно мати наступні основи для подальшого впровадження системи якості:

- певний, головний процес, який знаходиться під постійним контролем та розроблені дії для покращення;
- набір умов та стандартів, які визначають належність кінцевого продукту;
- ресурсний та компетентний персонал для виробництва продукту;
- аудит продукту, внутрішні вимірювання, відгуки від клієнтів;
- внутрішні коригуючі дії та процес обзору для гарантії, що проблеми виправлені та не повторюються.

У будь-якій версії стандарту якості *ISO 9001* можна знайти обов'язкові положення, які стосуються більшості аспектів маркетингових рішень для ведення бізнесу, які можна застосувати також на виробництві. Ці положення пов'язані з вищеописаними основами і при виникненні проблем допомагають налаштувати систему належним чином опираючись на статті про «планування, підтримку, операції та продуктивність», та керування цими пунктами, організаційними знаннями для налагодження компетентності. Описані аспекти документованої інформації, оцінки ефективності, попередження невідповідності кінцевого продукту та проміжних продуктів, які підлягають міжетаповій перевірці для перешкоди виникнення інциденту по якості та відображення того, що повторення не відбувається.

ISO 9001 - міжнародний стандарт, який встановлює вимоги до систем менеджменту якістю (СМЯ) для організацій, діяльність яких спрямована на підвищення задоволеності споживачів за допомогою результативного застосування СМЯ, включаючи процеси постійного поліпшення системи, які прагнуть забезпечити відповідність якості продукції вимогам споживачів, в тому числі законодавчих та нормативних вимог, які можуть застосовуватися до діяльності даної організації.

Міжнародний стандарт *ISO 9001* сумісний з іншими стандартами з системи менеджменту, наприклад системи менеджменту в сфері екології, охорони праці та професійною безпекою, інформаційної безпеки, енергетики тощо, тому може бути основою при побудові інтегрованих систем менеджменту в організації.

Існує 2 головні серії стандарту системи якості, а саме:

ISO 9000 "Загальне керівництво якістю і стандарти по забезпеченню якості» включає в себе три частини, в кожній з яких дається визначення і опису процесу впровадження системи всебічного управління якістю на кожному етапі виробництва.

ISO 9001 «Система Якості: Модель забезпечення якості при проектуванні, розробці, виробництві, монтажі та обслуговуванні» містить початкові і найбільш великі вимоги до менеджменту якості. Стандарт *ISO 9001* використовується в договірних умовах, при укладанні угоди між постачальником і покупцем.

Сертифікацію по стандартизації *ISO* проводять за схемою зображеною на рисунку 2.1 [6].

Слід почати з проектного плану, в якому є оцінка необхідних ресурсів для досягнення результату (люди, матеріали, знання, технологія), включаючи графік реалізації сертифікації від початку і до сертифікаційного аудиту. Потім можна розпочати гар-аналіз (аналіз розривів). *Gap*-аналіз – це термін, який позначає порівняння існуючої документації та інших елементів управління якістю до вимог стандарту *ISO 9001*. З цим нормативним документом повинні бути ознайомлені всі керівні та робочі ланки або Керівний комітет *ISO* за стандартом *ISO 9001*, в іншому випадку слід провести навчання з метою вивчення їх. Керівний комітет *ISO* на підприємстві складається з керівників відділу якості та представників інших відділів, відділу кадрів, виробничого відділу або бухгалтерії. Керівний комітет *ISO* забезпечує розробників плану впровадження надійної інформацією про функції і процеси в компанії. Вони також сприяють поширенню по організації інформації важливою для СМЯ.

Однак слід пам'ятати, що залучення Комітету може відібрати більше часу, так як необхідно чекати, щоб Комітет зміг зібратися в повному складі для прийняття рішень і визначення подальших дій.

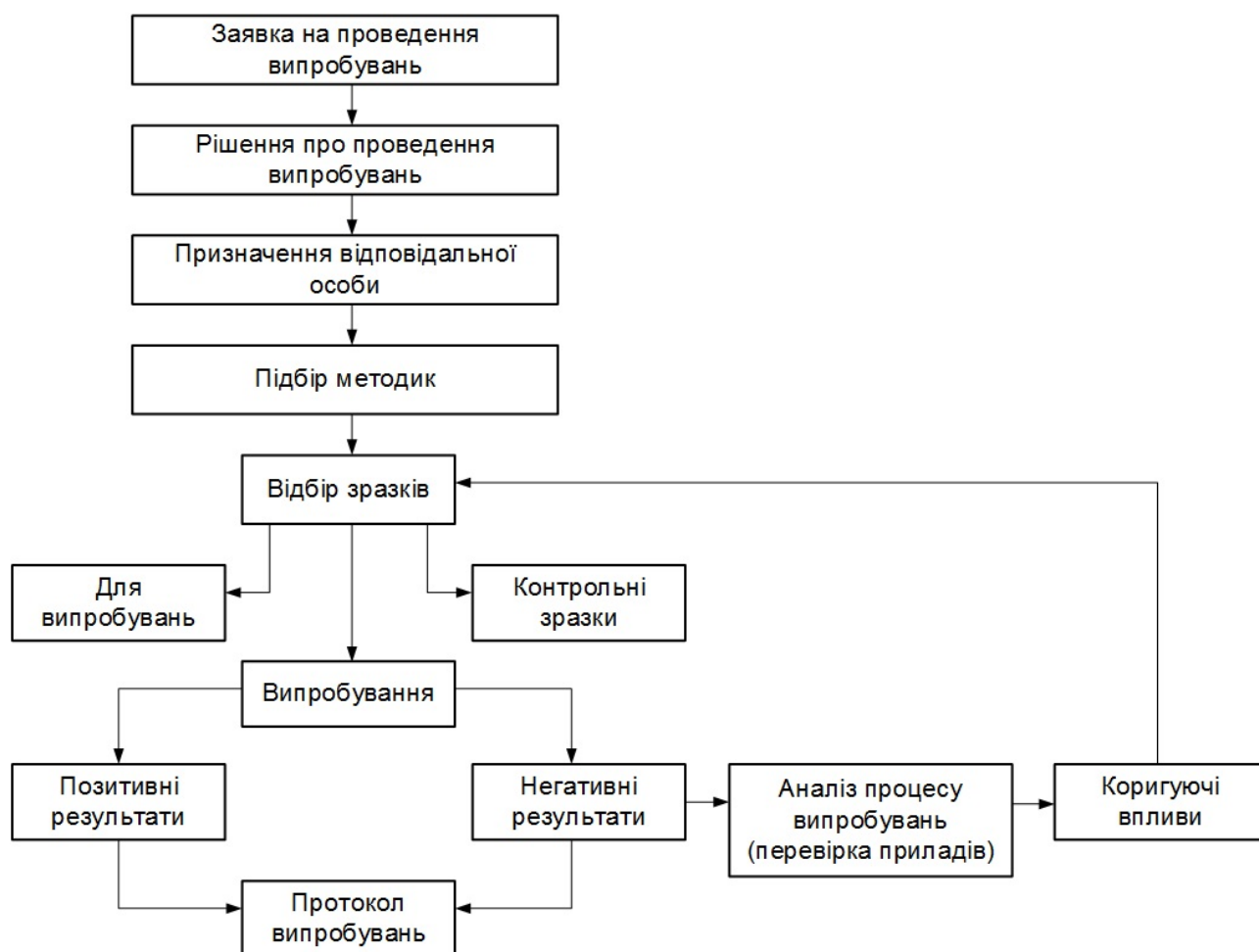


Рисунок 2.1 - Схема послідовності дій при сертифікації *ISO*

Система менеджменту якості починається там, де починаються Загальні вимоги зі стандарту - в параграфі №4 (ГОСТ *ISO* 9001-2011 пункт «Загальні вимоги - 4.1»). Саме в цьому пункті зосереджені вимоги, які потрібні на підготовчому етапі впровадження *ISO* 9001. Відомо, що стандарт *ISO* 9001 заснований на процесах в менеджменті. І підпункти Загальних вимог це ясно показують:

1. Визначити процеси, необхідні для системи управління якістю
2. Визначити послідовність і взаємодію цих процесів
3. Визначити критерії та методи, необхідні для забезпечення результативності, як при здійсненні цих процесів, так і при управлінні ними.

4. Забезпечити наявність ресурсів та інформації, необхідних для підтримки цих процесів і їх моніторингу
5. Здійснювати моніторинг, вимір, там, де це можливо, і аналіз цих процесів
6. Вживати заходів, необхідних для досягнення запланованих результатів та постійного поліпшення цих процесів

Перші два пункти знаходяться в центрі уваги при початку роботи з *ISO 9001*, коли система менеджменту якості тільки створюється, інші чотири виявляються в центрі уваги, коли підтримується існуюча СМЯ для поліпшення роботи з якістю на виробництві. Після завершення цього етапу впровадження можна перейти до другого етапу.

Наступним кроком створення на виробництві системи менеджменту якості є створення процесів постійного поліпшення, описаних в параграфі №8 *ISO 9001*. В термінах цього розділу стандарту, постійне поліпшення включає в себе «Задоволеність споживачів», «Внутрішні аудити», «Коригувальні дії» і «Запобіжні дії». Коригувальні дії - це процес, який використовується для виправлення основних причин проблем, що виникають (невідповідностей). Проблеми можуть бути будь-які, та можуть критися всередині процесів (виробництво), стосуватися властивостей самої продукції і навіть бути присутніми в самій системі менеджменту якості. Коригувальні дії, як правило, включають в собі кілька ключових дій: виправлення існуючої проблеми, дослідження причини її появи і способи вирішення, внесення необхідних виправлень (покращення); перевірити, чи внесені ефективні корективи і переконатися в тому, що вони більше не повторяться. Запобіжні дії - це процес внесення змін і поліпшень ще до виникнення проблеми. Отже, реальна мета процесу запобіжних дій - створити систему документації всіх поліпшень - великих і маленьких. Контроль невідповідної продукції - це процес, де відображаються всі дефекти, виявлені при проведенні перевірок та формуються у відповідну документацію, в процесі виробництва. Кожна невідповідність повинна бути зареєстрована. Внутрішні аудити - являють собою інструменти вимірювання ефективності впровадженої СМЯ. Співробітники, задіяні для проведення внутрішніх аудитів повинні проходити відповідне навчання і розуміти вимоги *ISO 9001*. Наявність процедури проведення

внутрішніх аудитів дозволяє проводити регулярний аудит системи якості по *ISO 9001*, навіть якщо СМЯ ще не повністю впроваджена. Це забезпечить напрацювання практик аудиту по *ISO 9001* і дозволить отримати необхідні записи цього процесу. Те, що буде виявлено при аудиті, складе вхідні дані для процесу коригувальних дій, що також дозволить напрацьовувати практику проведення коригувальних дій.

Обов'язковим напрямком дій є дотримання існуючих документів та створення внутрішніх положень, таких як:

ISO 9000: 2005 Системи управління якістю. Основні положення і словник.

ISO 9001: 2008 Системи управління якістю. Вимоги.

ISO 14001: 2004 Системи менеджменту навколишнього середовища. Вимоги та настанови щодо застосовування.

ДСТУ *ISO 9001: 2009* Системи управління якістю. Вимоги.

- Документообіг.
- Правила оформлення настанови з якості, методик якості, робочих інструкцій.
- Правила опису процесів системи управління якістю.
- Управління записами.
- Правила оформлення посадових інструкцій і положень про підрозділи.
- Правила оформлення інструкцій по експлуатації обладнання.
- Постановка цілей і планування Інтегрованої системи управління.
- Аналіз Інтегрованої системи управління.
- Управління персоналом.
- Обслуговування механічної частини технологічного обладнання та вантажопідйомних механізмів.
- Енергопостачання виробництва.

2.2. Досвід застосування ISO на інших виробництвах

За приклад було взято компанію з виробництва мінеральних вод [7]. Тут все досить наочно, оскільки для цієї сфери характерний великий відсоток невідповідностей. Перед тим, як було прийнято рішення про необхідність створення в ній системи менеджменту якості, були проаналізовані показники якості, які давала вже існуюча система контролю. Були виявлені наступні проблеми: відсутність систематичного підходу до вирішення проблем якості товару (саме на вирішенні цієї проблеми зосереджений *ISO 9001*). Також виявилось, що поточна модель забезпечення відповідності зовнішнім і внутрішнім вимогам за якістю була надто витратна, кількість браку і рекламаций зросло вже протягом деякого часу. При найближчому розгляді матеріальні і тимчасові втрати від проблем з якістю здалися куди більш серйозними, ніж здавалося спочатку. Керівництво «Новус Л» прийняло рішення впроваджувати СМЯ співробітників, призначило свого представника, відповідального за якість і сформувало групу фахівців, відповідальних за реалізацію проекту впровадження. Директор компанії взяв на себе відповідальність за прийняття стратегічних рішень по ходу впровадження. На наступному етапі в компанії почали проводити навчання персоналу, так як без компетентних в області різних аспектів стандарту *ISO 9001* фахівців неможливо продовжувати роботу. Після того, як ця робота була завершена, робоча група по впровадженню стандарту *ISO* проаналізувала організаційну структуру підприємства і вивчила зовнішню і внутрішню документацію, яка мала відношення до якості (в тому числі операційні карти, описи руху деталі по виробничому цеху, технічні умови та багато іншого). В поле зору перевіряючих осіб потрапили і інші питання роботи підприємства, такі як:

- які усвідомлені або неусвідомлені відхилення допускаються в виробничих процедурах;
- як процеси фактично виконуються на робочих місцях;
- які відхилення від норми є випадковими, а які необхідно врахувати в роботі над системою менеджменту якості.

Після того, як збір всієї необхідної інформації був завершений, в «Новус Л» почалися опис і оптимізація процесів. Для того, щоб виконати перше завдання, використовувалися існуючі в цій області програмні інструменти, а також методології, наприклад, були визначені ті процеси, які є головними, тобто виконання яких має критичне значення для випуску продукції.

Для оптимізації процесів знадобилося провести десятки інтерв'ю з співробітниками, які мають відношення до їх виконання. На основі цієї роботи виявилось можливим приступити до створення документації системи. У цьому питанні компанія слідувала однією з можливих методик: спочатку була розроблена «Політика в області якості», потім на підставі цього документа написали «Керівництво за якістю».

Як відомо, в *ISO 9001* конкретний формат, в якому повинна бути виконана документація - не встановлений, і навіть поділ функціоналу документів проводиться не жорстко. У випадку компанії «Новус Л» «Керівництво за якістю» містило таку інформацію:

- розмежування зон відповідальності в сфері СМЯ;
- вимоги до служби якості;
- опис процедур якості;
- порядок ведення документообігу СМЯ.

«Політика в області якості» разом з «Керівництвом за якістю» і «Цілями в області якості» складають перший рівень документації СМЯ по *ISO*. На наступному етапі в «Новус Л» було прописано шість обов'язкових за стандартом *ISO 9001* документованих процедур СМЯ. Назвали цю групу документів «Загальносистемні задокументовані методики». Після цього створено ще більш прикладні інструменти, пов'язані з ефективним плануванням і реалізацією процесів і управлінням ними: робочі методики, посадові інструкції, технологічні карти процесів. В останню чергу підготували документи і форми, завдання яких полягає в тому, щоб безпосередньо підтвердити, що вимоги, які генеруються СМЯ, виконуються на практиці. Після розробки документації в компанії почалася «дослідна експлуатація» системи. Елементи системи, пов'язані з окремими видами діяльності запускалися в роботу

поступово (спочатку процес видобутку води, потім бутилювання і так далі). Щоразу ефективність процесу перевірялася внутрішніми аудитами –що є один з найважливіших елементів СМЯ. До початку впровадження нової системи якості аудити проводилися дуже часто, але потім їх число скоротилося до одного за квартал.

Після початку роботи системи менеджменту, через деякий час компанія «Новус Л» успішно пройшла сертифікацію. Для запуску проекту, що вимагає серйозних витрат, наприклад, впровадження *ISO 9001*, досить часто необхідне економічне обґрунтування для керівництва організації. Хоча на сьогоднішній день існує вже багато економічних формул обчислення ефективності впровадження системи управління якістю (СУЯ) за *ISO 9001* - жодна з них не користується підтримкою абсолютно всіх фахівців в цій області. Можна лише послатися тут на видання «*ISO 9001*. Розробка, впровадження, сертифікація, поліпшення системи менеджменту якості», яке призводить на своїх сторінках аналіз користі роботи зі стандартом для конкретного, вивченого підприємства. Створення СМЯ, у вирішальному висновку, дозволило скоротити брак з 5% до 2%, а обсяг випуску і реалізації продукції зросла з 5000 штук в рік, до 7000 [8].

2.3. Власні розробки в систему якості у виробництві глинозему

Для отримання високоякісної продукції у виробництві глинозему спіканням, необхідно дотримуватися всіх технологій процесу, тому на кожному етапі виробництва глинозему встановлені жорсткі вимоги, які повинні бути дотримані всіма робочими ланками. Такий підхід дозволяє економити час та зусилля на перевірку проб продукції після кожного процесу, тим самим не відволікаючи фахівців від перевірки основних виробничих параметрів.

Сировина досліджується перед процесом змішування, також досліджується температурний режим для процесу спікання та знекремнювання. Всі ці вимірювання показників якості виконують за такими існуючими стандартами:

- ГОСТ та ISO: ГОСТ 14657.3-96 (ISO 6994-86)– визначення оксиду алюмінію;
- ГОСТ 14657.2-96 (ISO 6607-85)– визначення діоксиду кремнію;
- ГОСТ 14657.1-96 (ISO 6606-86) – визначення втрати маси при проколюванні;
- ГОСТ 14657.4-96 (ISO 10213-91) – визначення оксиду заліза;
- ГОСТ 14657.10-96 (ISO 9033-89) – метод визначення вологи;
- ГОСТ 969-66 - склад білого шламу, після процесу знекремнювання та фільтрації.

Більшість з них переважно актуальна для процесів спікання, вилугування, знекремнення, карбонізації.

Важливим є і дотримання клімату в приміщенні, в якому розташоване обладнання. Приміщення повинні мати як штучне, так і природне освітлення. Час теж впливає на характеристики якості продукції. Якщо ним нехтувати, може з'явитися брак.

Було розроблено схему показників якості процесів у виробництві глинозему спіканням (рисунк 2.2), де зображено важливі характеристики речовин після перебігу кожного з процесів. Після кожного наступного процесу необхідно

слідкувати за кожною з них та у випадку зміни занотовувати зміни для подальшого аналізу тенденції змін та виявлення причин, які її створюють. Розглянемо їх детально:

Процес змішування: продуктом процесу є шихта, показниками якості якої є: вміст Al_2O_3 , CaCO_3 , кремнезему та вологість. Вимірювання концентрації Al_2O_3 , CaCO_3 та кремнезему на цьому етапі не проводяться, вони приймаються згідно технологічних вимог поставленої сировини (боксит, вапняк) з певним штампом.

Процес спікання та охолодження: продуктом процесу є спек. Його показники якості: вмісти Al_2O_3 , NaAlO_2 , дикальцій силікату та пористість—вимірюються лабораторним методом, взявши охолоджений зразок після трубчастого холодильника та відправлений у лабораторію. Також можливо приблизно оцінити зразок візуально на відповідність, цим займається оператор-фахівець, який слідкує за процесом. Такий варіант нечіткої логіки значно скорочує час перевірки.

Процес дроблення: продуктом якого є подрібнений до розміру 6-8мм спек, який грохотом постачається на вилуговування.

Процес вилуговування: продуктом процесу є алюмінатний розчин. Вмісти Al_2O_3 та кремнезему вимірюються автоматичними концентратомірами.

Процес знекремнення: знекремнення алюмінатного розчину з наступним вимірюванням показників якості: вмісти Al_2O_3 , SiO_2 , CaO – вимірюються автоматичними концентратомірами; білий шлам відділяють від алюмінатного розчину згущенням та фільтруванням та відправляють його в пульпу на подальше спікання.

Процес карбонізації: продуктом якого є глинозем, який далі йде на кальцинування. Показники якості: вмісти Al_2O_3 , CaCO_3 та кремнезему вимірюються автоматично концентратомірами; вологість – забезпечується фіксованими режимними параметрами.

Кожна з характеристик буде відслідковуватись згідно з вибраним способом вимірювання та досліджуватись у реальному часі статистичними методами. Часові зміни цих характеристик будуть надані оперативному персоналу для визначення та реалізації потрібних керувальних дій.

Головним процесом виробництва глинозему спіканням є процес спікання. Він відбувається у трубчастій обертівій печі при високих температурах, розігрів печі відбувається топковими газами. Продуктом цього процесу є спек, який періодично після охолодження в трубчастому холодильнику відбирають у лабораторію.

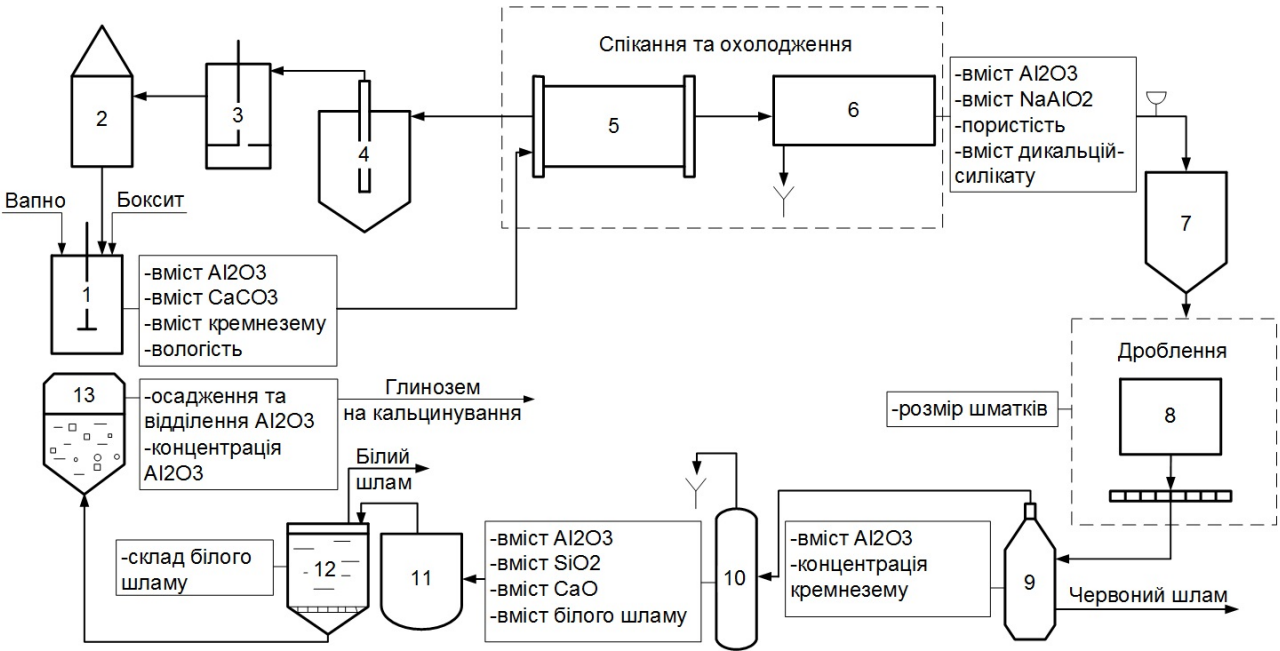


Рисунок 2.2 – Схема показників якості перебігу процесів у виробництві глинозему спіканням

- 1 – змішувач шихти; 2 – скруббер-осаджувач; 3 – електрофільтр; 4 – циклон; 5 – піч спікання; 6 – холодильник; 7 – бункер; 8 – дробарка; 9 – вилужувач; 10 – автоклав знекремнення; 11 – загусник; 12 – фільтр; 13 – карбоні затор

Існує чимало різноманітних форм та видів технічного контролю, на основі яких було складено таблицю видів контролю якості процесу спікання у виробництві глинозему методом спікання (рисунок 2.3) [9].

Вибірковий процес спікання	По степені захвату	ВИДИ КОНТРОЛЮ	По контролюючому параметру	Вміст Al_2O_3
Ручний відбір проб	По степені механізації та автоматизації		По організаційним формам контролю	Поточний контроль температури
Неперервний процес	По часу виконання		По використовуваним засобам контролю	Реєстрація $NaAlO_2$
Вміст дикальційсилікату	Особливості перевірки		По місцю виконання	Трубчастий холодильник
Проміжний процес	Стадія виробничого процесу		По виконавцям	Відбір лаборантами

Рисунок 2.3 – Види контролю якості продукції процесу спікання у виробництві глинозему

Було створено схему методів вимірювання показників якості, які наведені на рисунку 2.4. Рисунок містить у собі інформацію про проміжні продукти кожного процесу виробництва, показники якості, які вимірюються та способи їх дослідження.

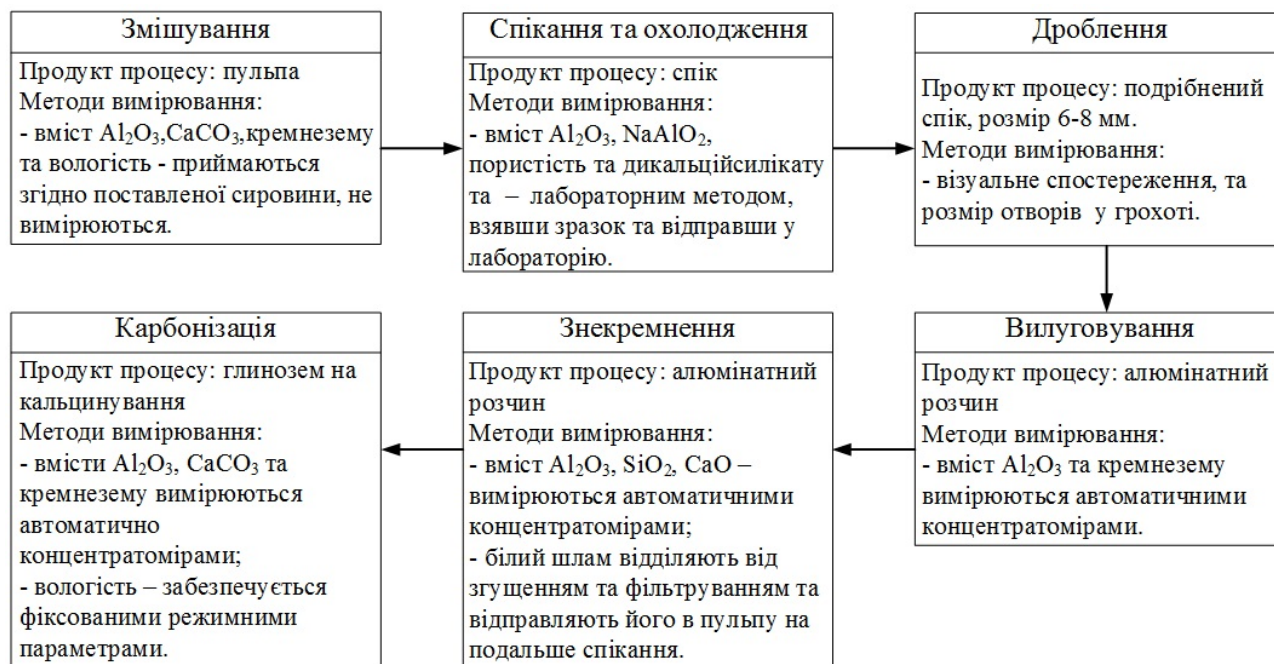


Рисунок 2.4 – Схема способів вимірювання показників якості у виробництві глинозему

При впровадженні системи менеджменту якості на виробництві, відповідно не тільки до кожного вимірювання, а й за відповідні документи відповідають призначені особи.

В рамках магістерської дисертації було розроблено таблицю кроків впровадження стандартизації *ISO*, згідно її основної схеми (таблиця 2.1).

Впровадження вимог до організації технологічних процесів згідно *ISO 9001* та привернення робочої ланки до виконання та підтримування необхідних показників на кожному етапі виробництва глинозему дозволить надавати ринку продукт з належною якістю і підвищить економічну ефективність виробництва.

Таблиця 2.1 – Кроки впровадження системи по стандартизації *ISO*

№п/п	Крок впровадження	Відповідальна особа
------	-------------------	---------------------

1	Заявка на проведення випробування	Керівництво виробництва/менеджер з проведення аудиту
2	Рішення про проведення випробування	Генеральний директор
3	Підбір методик проведення випробувань	Генеральний директор\технічний директор
4	Відбір зразків та випробування	Директор виробництва/фахівець- лаборант
5	Аналіз та внесення коригуючи впливів	Відділ якості/технічний директор виробництва

У процесі виробництва глинозему готовим продуктом є металургійний глинозем, властивості якого визначено ГОСТ 30558-98. Якість глинозему визначають, зокрема концентрацією в ньому оксиду алюмінію. В процесі виробництва для перевірки цього показника з апарату періодично відбирають проби продукту заданого об'єму і виконують лабораторні аналізи. За результатами цих аналізів запропоновано зображувати діаграми мінливості вибірових значень показників якості і спостерігати за ступенем їх наближення до гранично-припустимих значень. У випадку, коли вибірові дані знаходяться за лінією верхньої або нижньої границі планової специфікації, то вважають, що процес вийшов з-під контролю і необхідне втручання персоналу для пошуку причини його розладнання. Такі карти запропоновано формувати у поширених програмних середовищах та наведені у розділі 4.

2.4. Врахування показників якості в схемі автоматизації

Виробництво глинозему спіканням починається з процесу змішування. Змішується подрібнений боксит з вапняком в легкому содовому розчині. Боксит береться висококремнистий певного штаму, власне для таких видів бокситів доцільний метод виробництва спіканням, який вказується в технічних вимогах замовника. На цьому етапі перевірка показників якості лабораторією чи іншими фахівцями не відбувається. Вимірюється лише рівень у змішувачі рівнеміром радарним вибухозахищеним.

Змішані ці два компоненти складають собою шихту, яка прямує на спікання у трубчасту піч. В цьому процесі відбуваються хімічні реакції, які вважаються одними з головних в даному виробництві. В парі з трубчастим холодильником трубчаста піч формує загальний процес «спікання та охолодження» продуктом якого є охолоджений спек.

Температуру в печі вимірює температурний перетворювач опору (поз. 4-1), а реєструє та контролює – мікропроцесорний регулятор (поз. 4-3). Показники якості вимірюються лабораторним шляхом, методом відбору невеликого шматку спеку та відправленням його у лабораторію, де визначається концентрація оксиду алюмінію, дикальційсилікату та пористість. Така процедура робиться не з кожним запуском, а з певною періодичністю.

Наступним етапом є відлежування спеку у бункері та його дроблення у дробарці. Показники якості, такі як розмір шматків можуть бути визначені візуально та контролюють також це отвори у грохоті, який відсіює завеликі шматки для їх подальшого дрібнішого дроблення.

Дрібнити шматки спеку потрібно для вилуговування, щоб значна, найбільша частина оксиду алюмінію перейшла з твердого в рідкий стан. Вилуговування відбувається за рахунок вимивання водою з оборотним розчином оксиду алюмінію та інших сполук з поверхні подрібнених шматків твердого матеріалу. Продуктом цього процесу є алюмінатний розчин. Вимірювання показників якості, а саме: концентрацій оксиду алюмінію (Al_2O_3) та кремнезему здійснюється за рахунок автоматичного концентратоміра кондуктометричного рідинного (поз. 10-1).

Непотрібний відсоток шкідливого домішку – кремнезему з алюмінатного розчину видаляє процес знекремнення. Показники якості вимірюються тим же концентратоміром рідинним кондуктометричним (поз. 11-1).

В процесі карбонізації алюмінатний розчин перетворюється на кристали, таким чином змінюючи свій агрегатний стан на порошок. Показники якості на цьому етапі вимірюються автоматичним концентратоміром (поз. 12-1). Вологість забезпечується режимними параметрами карбонізатору і може бути визначена візуально за рахунок сипучості.

Розташування автоматичних засобів контролю виробництва, їх позиційне позначення та місця ручних відборів на схемі автоматизації наведено у додатку А.

Висновки до розділу 2

Результатами другого розділу є дослідження та визначення шляхів впровадження системи *ISO* у частину виробництва. Хіміко-технологічна система (ХТС) була розбита розділена на певні етапи виробництва. В результаті декомпозиції було визначено показники якості для кожного з етапу та способи їх визначення. Серед показників якості було знайдено ті, які негативно впливають на довкілля. Способи визначення показників якості було проаналізовано та запропоновано технічні засоби у схему автоматизації.

3. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

3.1. Експертна система для діагностування порушень норм системи *ISO* в процесі спікання

Застосування *ISO* не виключає випадків порушення технології, тому при виникненні таких ситуацій необхідне оперативне визначення причини порушень та способи їх усунення. Для цього може бути створена експертна система прийняття рішень. Основною характеристикою експертної системи є її швидкодія, тобто це означає швидке отримання результату та його надійність.

Проведення аналізу технологічних об'єктів процесу отримання глинозему з бокситу методом спікання з метою створення експертної системи, дозволяє побудувати параметричну схему процесу отримання спеку.

Було створено параметричну схему фрагменту процесу отримання спеку у виробництві глинозему, яку наведено на рисунку 3.1.

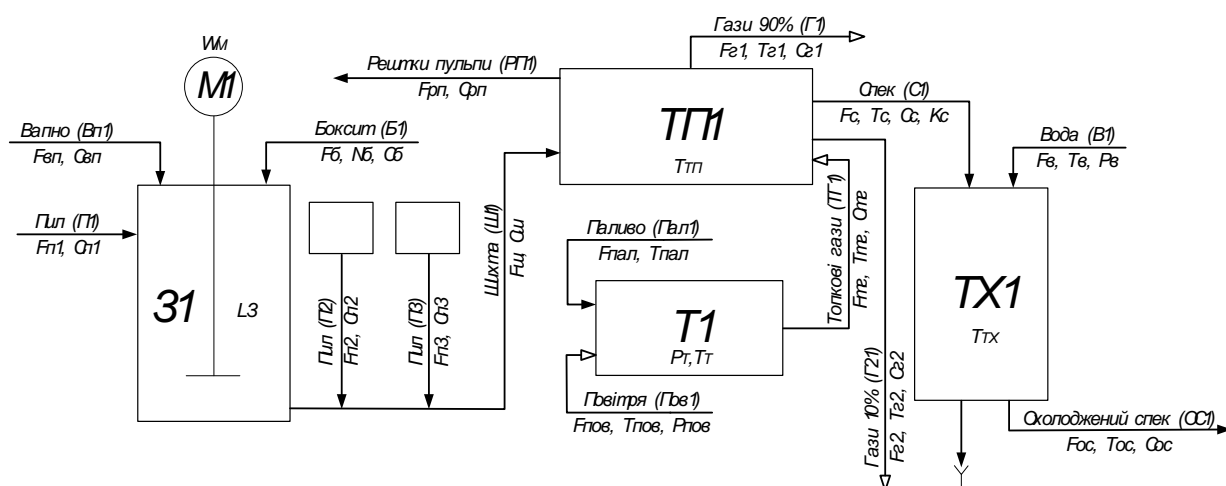


Рисунок 3.1 – Параметрична схема фрагменту процесу отримання спеку у виробництві глинозему методом спікання

Основними факторами, що впливають на процес отримання спеку у виробництві глинозему з бокситу методом спікання, є: властивості бокситу, властивості вапна, дотримання співвідношень подання сировини, змішування шихти та температура процесу спікання.

Для забезпечення максимального виходу цільових продуктів і мінімальної кількості побічних, а також досягнення високих техніко-економічних показників процесу, потрібно дотримуватись наступних технологічних параметрів:

- Концентрація оксиду алюмінію Al_2O_3 у бокситі повинна бути не менше ніж 45%, щоб забезпечити належну якість кінцевого продукту (спеку);
- У вапні концентрація CaO повинна бути не менше 21% для максимальної взаємодії його з Al_2O_3 ;
- В трубчастій печі повинна підтримувати температура 1200-1300°C для правильного спікання шихти, що надходить.

З метою створення експертної системи було створено діаграму причин і результатів для процесу спікання, яку наведено на рисунку 3.2.

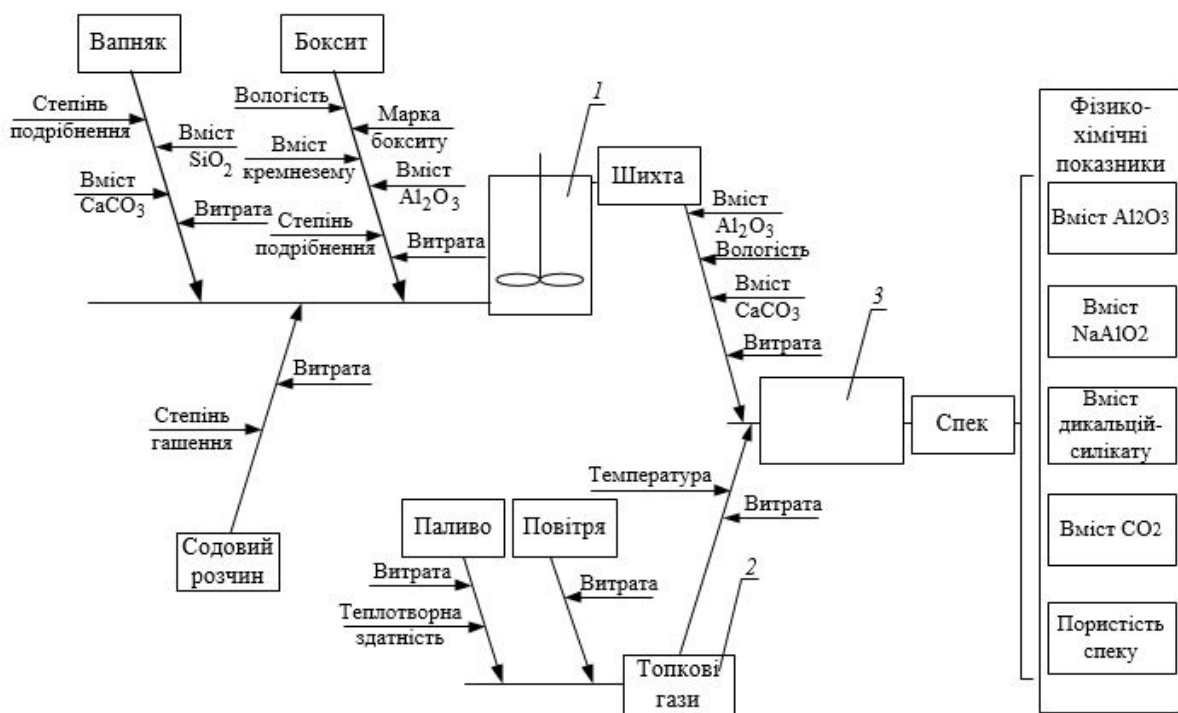


Рисунок 3.2 – Діаграма причин і результатів процесу спікання: 1 – змішувач шихти; 2 – топка; 3 – трубчаста піч

Діаграма Ісікава дозволяє аналізувати виробництво за показниками якості готової продукції. З діаграми можна зрозуміти основні задачі автоматизації процесу спікання, який обумовлений особливостями технології та властивостями сировини, а саме: дотримання заданих масових співвідношень між повітрям та паливом, за яких відбувається сам процес; забезпечення заданої температури в трубчастій печі;

досягнення необхідної якості спеку, а саме пористості та концентрації оксиду алюмінію. Ці задачі взаємопов'язані між собою і ступінь їхнього розв'язання визначає економічну ефективність роботи автоматизованого технологічного комплексу.

Необхідно створити базу знань експертної системи діагностувального типу для подальшого її використання. Основною задачею створення бази знань є врахування усіх можливих факторів впливу на процес для подальшого їх аналізу і вибору найбільш суттєвих, а також для можливості створення експертної системи та системи нечіткого керування. З метою формалізації процесу отримання знань у роботі було використано спеціальний алгоритм аналізу технологічних змінних і можливих ситуацій браку.

База даних для аналізу станів об'єктів процесу отримання глинозему з бокситу методом спікання наведена у додатку Б.

До ситуацій погіршення в процесі виробництва глинозему з бокситу методом спікання слід віднести брак продукції, тобто: концентрація Al_2O_3 у спеку за мінімально допустиме значення; концентрація CaO у спеку за мінімально допустиме значення, а також пористість спеку менше за допустиме значення.

Використовуючи перелік погіршення якості, їх причини і наслідки, було побудовано дерево причин браку продукції, можливих у досліджуваному процесі, яке наведено у додатку В.

При виборі технологічних змінних потрібно керуватися способом вимірювання (він повинен бути автоматичним), імовірністю браку, яка може статися в результаті виходу технологічної змінної за припустимі межі, а також важкістю її наслідків.

У даній магістерській роботі показано, що показниками погіршення якості є невідповідність концентрацій Al_2O_3 та CaO заданим значенням, а також недостатня пористість готового продукту. До найбільш інформативних технологічних змінних для аналізу ситуацій погіршення якості слід віднести наступні:

- концентрація Al_2O_3 у вихідному продукті
- температура в трубчастій печі
- витрата палива на вході в топку

3.2. Нечітка система керування концентрацією оксиду алюмінію

Для створення нечіткої системи керування було обрано керування концентрацію Al_2O_3 в продукті спікання (спек). Керуючим впливом буде температура в трубчастій печі через керування подачі палива.

Фрагмент схеми автоматизації з вказаним контуром керування наведено на рисунку 3.3.

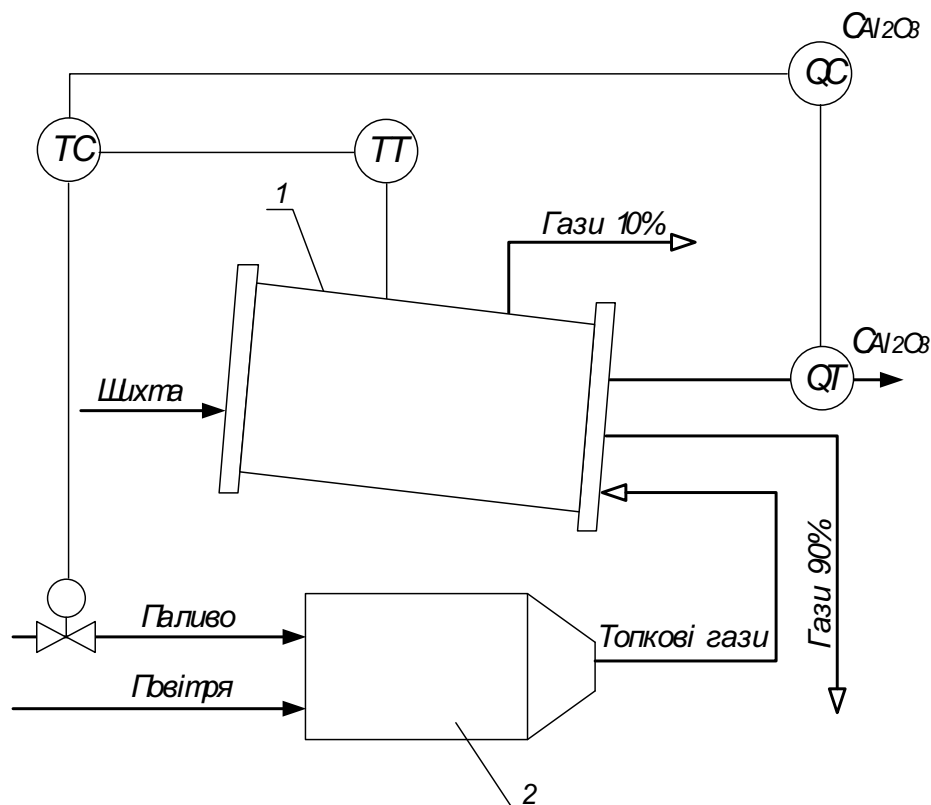


Рисунок 3.3 – Фрагмент схеми автоматизації:
1 – трубчаста піч; 2 - топка

Для керування визначимо дві лінгвістичні змінні: $T_{\text{тп}}$ – температура трубчастої печі спікання, $C_{\text{с}}$ – концентрація Al_2O_3 в продукті спікання.

Універсум температури спікання в трубчастій печі $T_{\text{тп}} = 1200 - 1300$ °С, за терм-множину лінгвістичної змінної «Температура спікання в трубчастій печі» візьмемо множину $K1 = \{\text{«Низька»}, \text{«Нормальна»}, \text{«Висока»}\}$. Універсум концентрації Al_2O_3 в спеку $C_{\text{с}} = 45 - 49$ %, за терм-множину вихідної лінгвістичної змінної «Концентрація спеку» візьмемо множину $K2 = \{\text{«Низька»}, \text{«Нормальна»}, \text{«Висока»}\}$.

Опишемо їх:

Низька

Лінгвістична змінна: < Температура; Нормальна; $1200 < T_{\text{тп}} < 1300 >$

Висока

Низька

Лінгвістична змінна: < Концентрація; Нормальна; $45 < C_c < 49 >$

Висока

Сформуємо функції належності для лінгвістичної змінної «Температура спікання в трубчастій печі».

Основними факторами, що впливають на процес отримання спеку у виробництві глинозему з бокситу методом спікання, є: властивості бокситу, властивості вапна, дотримання співвідношень подання сировини, змішування шихти та температура процесу спікання. На рисунку 3.3. наведено параметричну схему процесу спікання.

Для забезпечення максимального виходу цільових продуктів і мінімальної кількості побічних, а також досягнення високих техніко-економічних показників процесу, потрібно дотримуватись наступних технологічних параметрів:

- Концентрація оксиду алюмінію Al_2O_3 у бокситі повинна бути не менше ніж 45%, щоб забезпечити належну якість кінцевого продукту (спеку);
- У вапні концентрація CaO повинна бути не менше 21% для максимальної взаємодії його з Al_2O_3 ;

В трубчастій печі повинна підтримувати температура $1200-1300^\circ\text{C}$ для правильного спікання шихти, що надходить.

На рисунках 3.4 – 3.6 червоними лініями наведені функції належності для термів: «Низька», «Нормальна», «Висока» в середовищі *MathCAD*.

$$Ttp_min(x) := \begin{cases} 1 & \text{if } x < 1200 \\ \frac{1250 - x}{1250 - 1200} & \text{if } 1200 \leq x \leq 1250 \\ 0 & \text{if } x > 1250 \end{cases}$$

$$x := 1190..1260$$

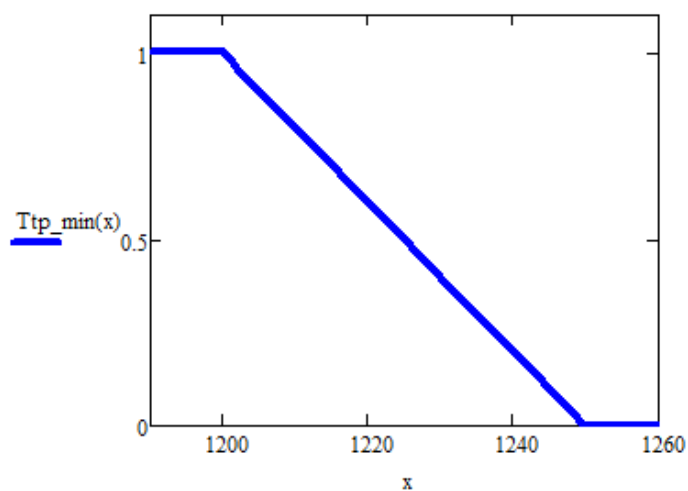


Рисунок 3.4 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Температура печі «Низька»

$$Ttp_norm(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 1200 \\ \frac{x - 1200}{1250 - 1200} & \text{if } 1200 \leq x \leq 1250 \\ \frac{1300 - x}{1300 - 1250} & \text{if } 1250 \leq x \leq 1300 \\ 0 & \text{if } x > 1300 \end{cases}$$

$$x := 1190..1300$$

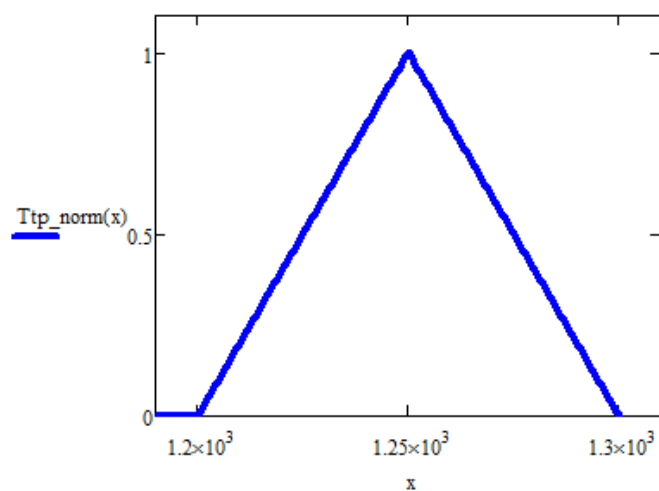


Рисунок 3.5 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Температура печі «Нормальна»

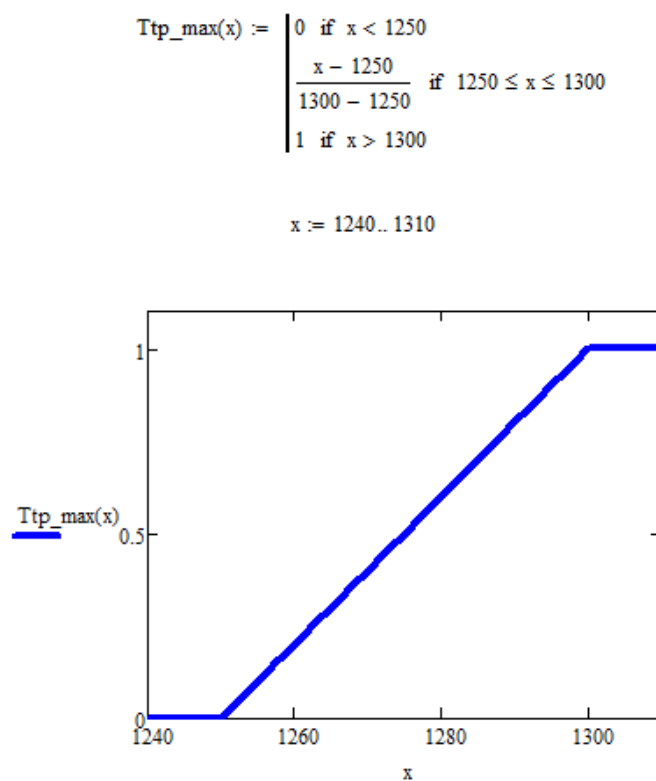


Рисунок 3.6 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Температура печі «Висока»

На рисунку 3.7 зображено документ *MathCAD*, у якому наведено функції належності для всіх термів змінної Температура печі.

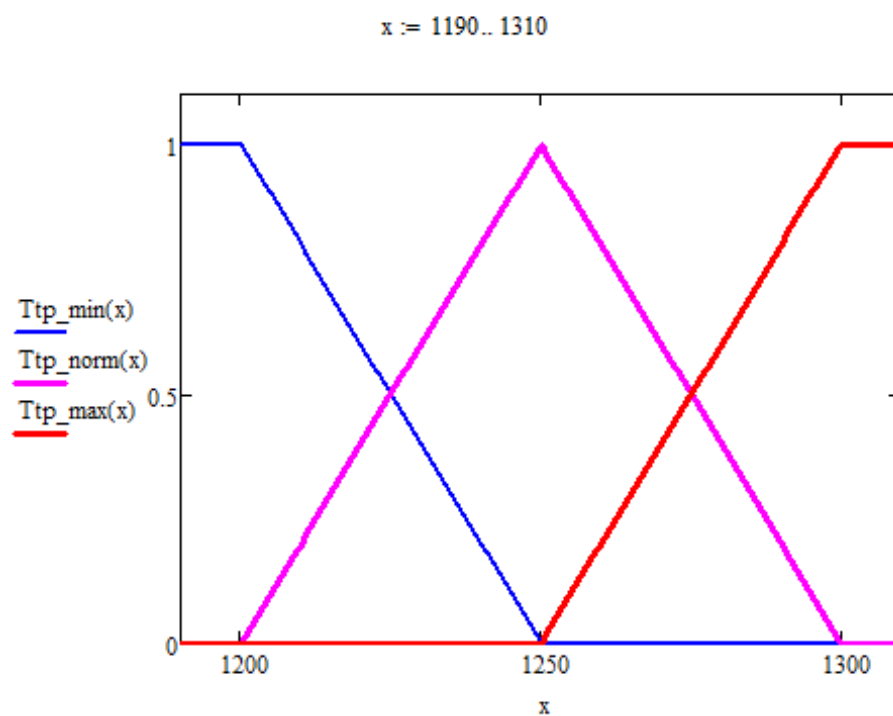


Рисунок 3.7 – Документ *MathCAD* із функцією належності для всіх термів змінної
Температура печі

Сформуємо функції належності для лінгвістичної змінної «Концентрація спеку». На рисунках 3.8 – 3.10 наведені функції належності для термів: «Низька», «Нормальна», «Висока».

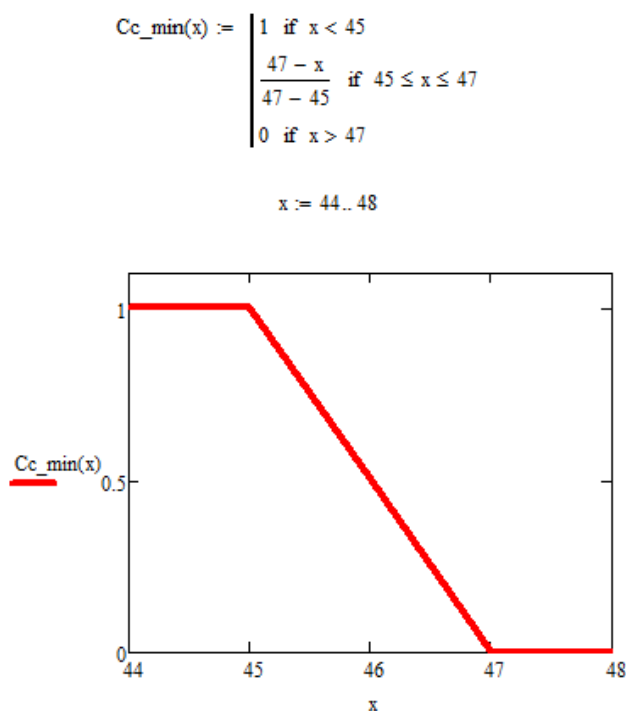


Рисунок 3.8 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Концентрація спеку «Низька»

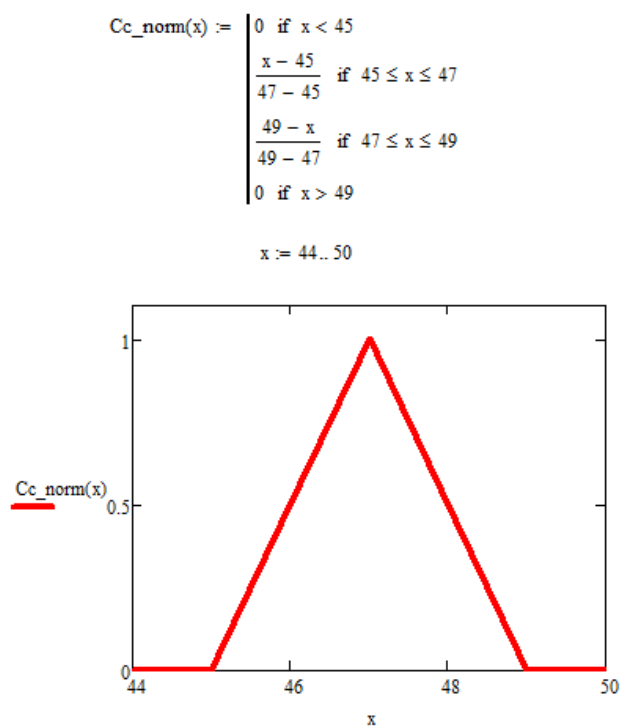


Рисунок 3.9 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Концентрація спіку «Нормальна»

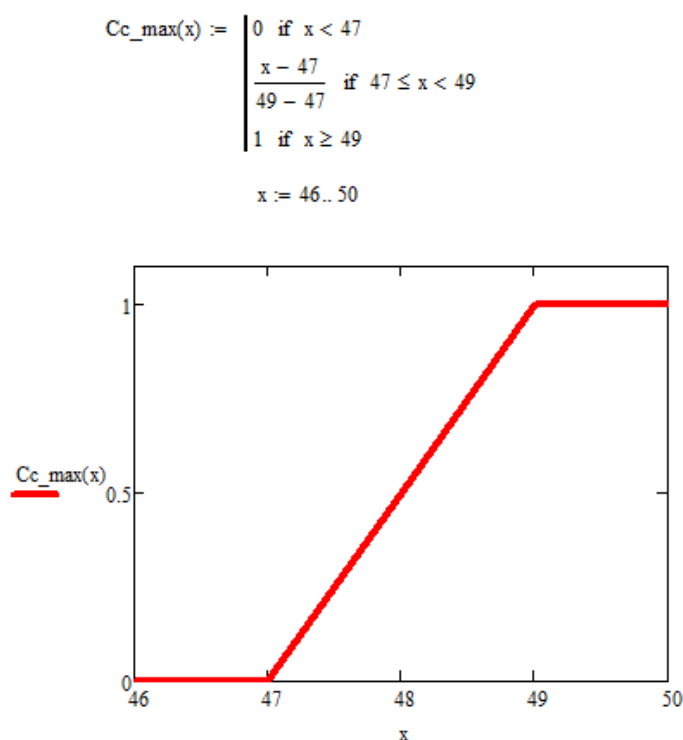


Рисунок 3.10 – Документ *MathCAD* із функцією належності для терма Концентрація спіку «Висока»

На рисунку 3.11 зображено документ *MathCAD*, у якому наведено функції належності для всіх термів змінної Концентрація спіку.

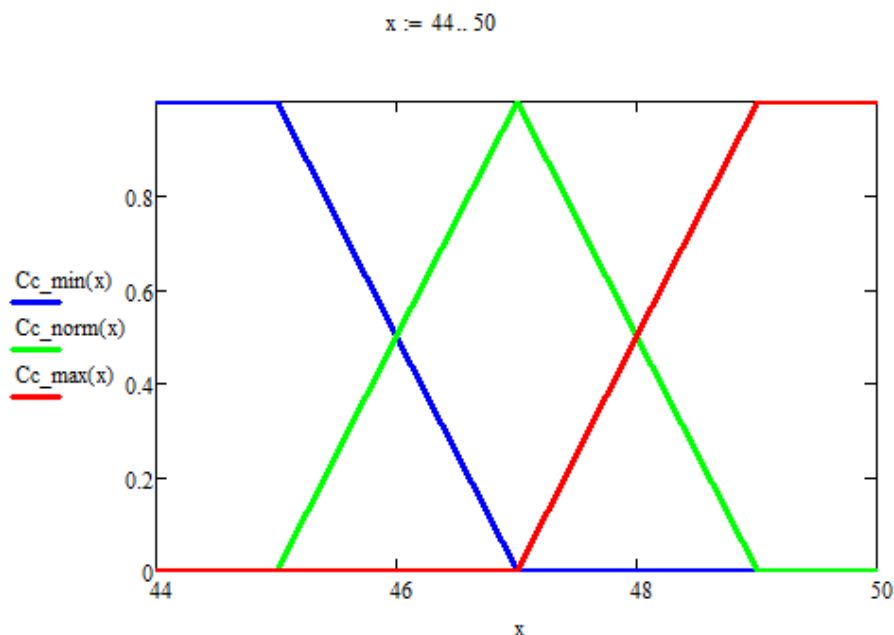


Рисунок 3.11 – Документ *MathCAD* із функцією належності для всіх термів змінної Температура печі

Було розроблено продукційні правила нечіткої системи керування:

- ЯКЩО Концентрація спеку на виході з трубчастої печі «Низька», ТО Температура в печі повинна бути «Висока»;
- ЯКЩО Концентрація в спеку на виході з трубчастої печі «Нормальна», ТО Температура в печі повинна бути «Нормальна»;
- ЯКЩО Концентрація в спеку на виході з трубчастої печі «Висока», ТО Температура в печі повинна бути «Низька».

Створення нечіткої математичної моделі об'єкта керування відбувалось за такою схемою:

Припустимо, що Концентрація спеку $Cc = 46,2 \%$.

Знайдемо ступінь входження цього значення Cc у кожен i -й терм, $\mu(46,2)$:

- для терму «низька» ступінь входження $\mu(46,2) = 0$;
- для терму «нормальна» ступінь входження $\mu(46,2) = 1$;
- для терму «висока» ступінь входження $\mu(46,2) = 0$.

До ситуацій погіршення якості в процесі виробництва глинозему з бокситу методом спікання слід віднести брак продукції, тобто: концентрація Al_2O_3 у спеку за

мінімально допустиме значення; концентрація СаО у спеку за мінімально допустиме значення, а також пористість спеку менше за допустиме значення.

Висновки до розділу 3

Розроблена в даному розділі експертна система для прийняття рішень при порушеннях процесу спікання дозволить оперативно з'ясувати причини виникнення браку та запропонувати дії по її вирішенню. Саме це забезпечує розроблене дерево порушень. Також була введена нечітка система керування концентрацією оксиду алюмінію.

4. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ ОПЕРАТОРА-ТЕХНОЛОГА

4.1. Статистичні методи дослідження якості у виробництві глинозему

Актуальність використання статистичних методів в різних галузях сучасного менеджменту безперервно зростає. Це викликано, перш за все, розвитком ринкових відносин, конкурентної боротьби на ринках товарів і послуг, вимог стандартів. У цих умовах різко зросли вимоги до якості продукції.

Відповідно до положення стандартів *ISO* серії 9000 статистичні методи розглядаються як одне з вискоєфективних засобів забезпечення якості і є основою для ефективного розпізнавання проблем і їх аналізу. Вони орієнтовані на розробку наскрізного механізму на всіх етапах життєвого циклу продукції, починаючи з дослідження вимог ринку до якості продукції і закінчуючи її утилізацією після використання. Впровадження статистичних методів має бути направлено на створення гарантій безперервності процесу забезпечення якості відповідно до вимог споживача. Застосування цих методів, не вимагаючи великих витрат, дозволяє з заданим ступенем точності і достовірності судити про стан досліджуваних явищ (об'єктів, процесів) в системі якості, прогнозувати і регулювати проблеми на всіх етапах життєвого циклу продукції і на основі цього виробляти оптимальні управлінські рішення.

Застосування статистичних методів - дуже дієвий шлях розробки нової технології і контролю якості виробничих процесів, зокрема у виробництві глинозему.

Головна сировина боксит являє собою алюмінієву руду, яка складається з гідрооксидів алюмінію, оксидів заліза і кремнію. Як правило ці руди надходять на завод у вигляді великих шматків. Склад глинозему (Al_2O_3) в промислових бокситах коливається в межах від 40% до 60% і вище. Боксити перероблюють в алюміній поетапно: спочатку отримують оксид алюмінію (глинозем), а потім металічний алюміній. Якість бокситів тим вища, чим менший у них вміст домішки – кремнезему. Після змішування подрібненого бокситу з вапном та содовим оборотним розчином отримана шихта йде на спікання. При нагріві оксид алюмінію перетворюється у

водорозчинний алюмінат натрію NaAlO_2 , утворюється CO_2 , а кремнезем зв'язується в малорозчинний дикальційсилікат. Після цього процесу показники якості отриманого спеку змінюються на: вміст NaAlO_2 , вміст Al_2O_3 , дикальційсилікату та CO_2 , також важливим фактором для подальшого вилуговування є пористість спеку.

Основним завданням статистичних методів контролю є забезпечення виробництва придатної до вживання продукції з найменшими витратами. Одним з основних принципів контролю якості за допомогою статистичних методів є прагнення підвищити якість продукції, здійснюючи контроль на різних етапах виробничого процесу.

Всі статистичні методи базуються на понятті розкиду. Застосування на робочому місці статистичних методів для контролю за розкидом параметрів виготовляється вироби є поданням до графічному вигляді простих для розуміння статистичних величин, що характеризують розкид. Оцінка розкиду даних часто дає можливість зрозуміти характер процесу. Якщо розкид даних малий, можна послабити контроль, якщо великий - це слід сприймати як сигнал до необхідності регулювання процесу для підвищення його стабільності, підвищення якості вихідних матеріалів, виявлення та усунення неполадок обладнання тощо. Зібрані дані можуть бути використані не тільки для прийняття рішень в момент їх отримання і аналізу, але і для оцінки різних проблем, що розглядаються протягом довшого терміну, наприклад, протягом місяця або року.

Широке впровадження автоматизованих виробничих процесів, гнучкий автоматизованих комплексів в принципі неможливе без використання статистичних методів контролю якості.

Ці методи актуальні та необхідні для сучасного виробництва, тому що 95% проблем виробництва можна вирішити наступними статистичними методами: контрольний листок, діаграма розкиду, метод розшаровування, контрольна карта та графіки, діаграма Парето, гістограма, причинно-наслідкова діаграма Ісікава. Всі ці методи повинні виконуватись всіма ланками виробництва, щоб досягнути покращення якості. Як видно з вище написаного, дуже велика роль у дослідженні якості кінцевого продукту припадає на людину-фахівця. Робочі повинні мислити

статистичними категоріями, знати про розкид даних и використовувати їх при визначенні статистичної оцінки, приймати рішення про проведення необхідних заходів і визначати дієві статистичні критерії.

Важливим інструментом, без якого не може розпочатись процес оцінки проб на відповідність є контрольний листок, в якому збираються дані та автоматично впорядковуються для полегшення подальшого використання інформації. На початку виробництва глинозему досліджується на якість вхідний матеріал боксит. Він є головним у даному виробництві, тому його початкова якість, вміст в ньому необхідних компонентів, можуть суттєво вплинути на якість проміжних продуктів, та кінцевого продукту. Після складення контрольного листка, формується інформація та будуються графіки, діаграми, які показані на рисунку 4.1.

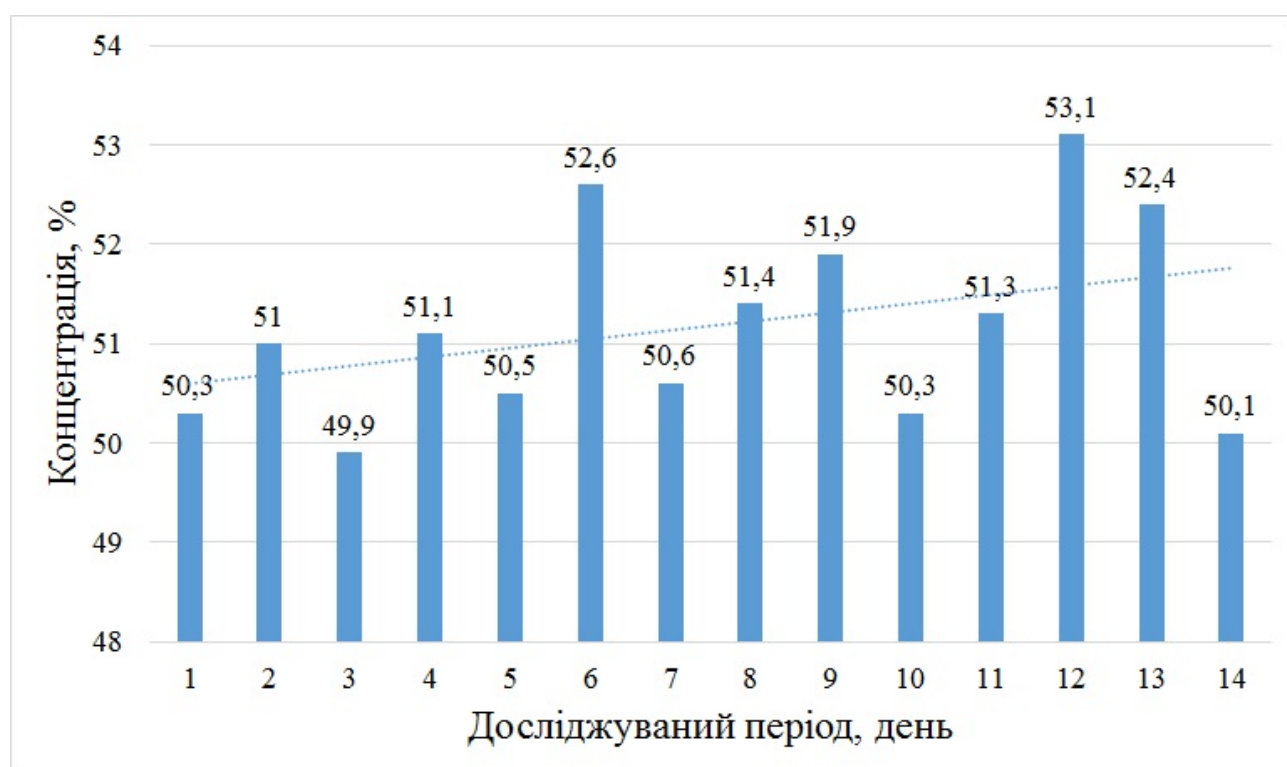


Рисунок 4.1 – Приклад діаграми із зображенням статистики коливань концентрації оксиду алюмінію

У випадку невідповідності проб до стандартів доцільно користуватись діаграмою Парето, який дозволяє розподілити зусилля для вирішення виникаючих проблем та виявити основні причини, з яких потрібно починати діяти.

Щоб виявити причини та фактори, які впливають на кінцевий результат складена причинно-наслідкова діаграма (діаграма Ісікава) (рисунок 3.2). При пошуку причин показники якості, що являються наслідками процесу, обов'язково мають розкид. Тоді ці причини досліджують, щоб виявити фактори, які найбільше впливають на розкид показників якості продукту. Головним процесом у виробництві глинозему методом спікання є процес спікання. Спікання відбувається в трубчастій обертовій печі діаметром до 5 метрів та довжиною до 185 метрів. Температура в печі підвищується до 1300 °С в розвантажувальному кінці біля грілки.

Більшість показників якості містить в собі боксит. Саме його марка, вміст Al_2O_3 , вміст шкідливого домішку – кремнезему, вологість є одним із причин браку кінцевої продукції. Визначення показників спеку є задачею для оператора, який слідує за цим процесом. Саме він бере проби спеку після охолодження та відносить у лабораторію на дослідження. Його робоче місце повинне відповідати вимогам стандарту ДСТУ ISO 2960-94 до робочого місця працівника. Всі інші показники, як наприклад у топці, вимірюються автоматично за допомогою вимірювачів подачі рідини, повітря та вимірювачів температури.

Одним з статистичних методів подання інформації є гістограма – інструмент контролю якості, який дозволяє візуально оцінити закон розподілення статистичних даних. Маючи справу з великою кількістю даних організованих у гістограмі можна побудувати об'єктивне уявлення про їх генеральну сукупність. Цього можна досягти користуючись схемою наведеною на рисунку 4.2 [10].

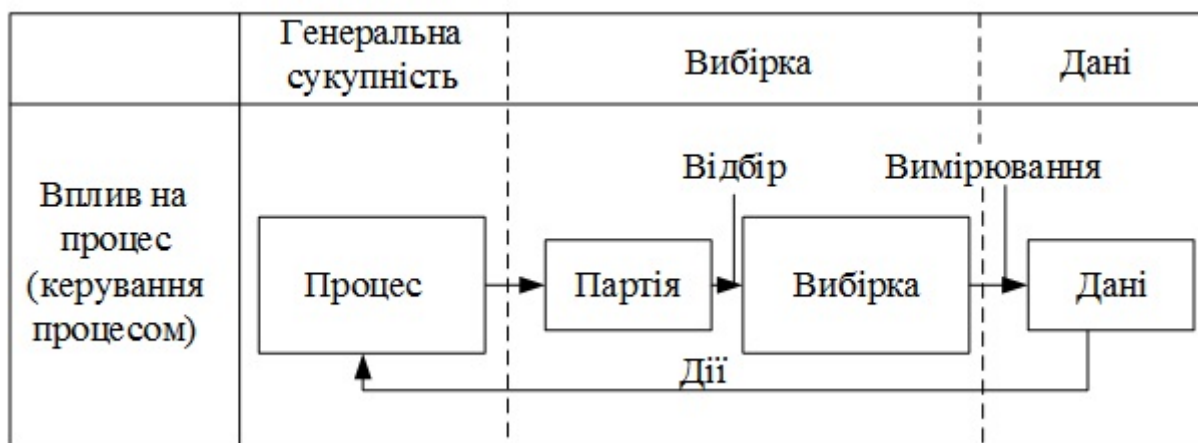


Рисунок 4.2 – Генеральна сукупність, вибірка та дані

Маючи вибірку першим кроком береться найменше і найбільше значення та визначається розмах за формулою:

$$R = (\text{найбільше значення}) - (\text{найменше значення}) \quad (4.1)$$

Після розрахунку класів та групування їх наступним кроком йде визначення середини класу, який визначається за формулою 4.2 та будується безпосередньо сама гістограма.

$$\text{Середня точка класу} = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2} \quad (4.2)$$

За нею йде побудова діаграми розкиду, як ще її називають кореляційною діаграмою. Вона будується як графік залежності між двома змінними. Для вивчення зв'язку між змінними x та y корисно вирахувати коефіцієнт кореляції за наступними формулами:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}}$$

де

$$S_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n}$$

Діаграма розкиду є інструментом, що дозволяє визначити вид і тісноту зв'язку між парами (x, y) відповідних змінних.

При зборі даних, які варіюються часто зручно розглядати кожен варіант, як частину всієї множини. В таких випадках користуються мірами, які представляють

характеристики розподілення. Перше з них – математичне сподівання (середнє арифметичне), формула якого наведена нижче:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4.3)$$

Наступними числовими характеристиками є дисперсія та стандартне відхилення, які використовують для вираження степені концентрації даних відносно їх центру. Дисперсія визначається за формулою:

$$V = \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (4.4)$$

а стандартне відхилення розраховується за формулою:

$$s = \sqrt{V} \quad (4.5)$$

Метод контрольних карт, на відміну від попередніх методів контролю якості, дозволяють відслідковувати стан процесу в часі. Він є інструментом оперативного керування, тому що дає можливість впливати на процес до того, як той вийде з ладу. Ця карта використовується для аналізу та керування процесами, показниками якості яких є неперервні величини, такі як концентрація. Сама по собі контрольна карта є різновидом графіку з контрольними границями, які позначають в звичайних умовах діапазон розкиду показників протягом процесу, де \bar{x} – середнє значення для підгрупи, а R – вибіркового розмаху для цієї підгрупи.

Зібравши дані для побудови \bar{x} - R – карти, вираховується середнє значення за (4.3) з двома знаками після коми. Далі вираховується загальне середнє значення за формулою:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_n}{n} \quad (4.6)$$

Подальшим кроком є розрахунок розмаху за формулою 4.1. Коли маємо стовпець прорахованого розмаху – рахуємо загальний розмах, який розраховується за формулою:

$$\hat{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (4.7)$$

Наступним етапом вираховуються центральні лінії, нижня та верхня межа. Для \bar{x} – карти вони розраховуються за формулами:

-центральна лінія

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad (4.8)$$

-верхня контрольна межа

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \hat{R} \quad (4.9)$$

-нижня контрольна межа

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \hat{R} \quad (4.10)$$

Для R – карти розрахунки йдуть за формулами:

-центральна лінія

$$CL = \hat{R} \quad (4.11)$$

-верхня контрольна межа

$$UCL = D_4 \hat{R} \quad (4.12)$$

-нижня контрольна межа

$$LCL = \bar{\bar{x}} - D_3 \hat{R} \quad (4.13)$$

Де коефіцієнти A_2 , D_3 , D_4 вказані в таблиці 4.1, а також на рисунку 4.11.

Таблиця 4.1– Коефіцієнти для побудови \bar{x} - R – карти

Об'єм, n	\bar{x} – карта	R – карта		
	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1,88	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,575	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059

Графіки і контрольні карти дають можливість оцінити не тільки стан процесу в поточний період часу, але і спрогнозувати окремий результат в залежності від тенденції процесу [10].

Приклад розрахунку та вигляд контрольних карт в програмі *MS Excel* наведено на рисунках 4.10 – 4.14.

Всі ці статистичні методи орієнтовані на людину-оператора-фахівця, який слідкуватиме за головним процесом виробництва (процесом спікання) в кабіні, біля трубчастої печі (недалеко від неї) слідкуючи на всіма показниками якості, протіканням процесу та введенням отриманих даних у комп'ютер.

4.2. Програмне забезпечення способів контролю якості на робочому місці оператора-технолога

Виробництво глинозему спіканням відноситься до великогабаритних виробництв. Значна кількість апаратів, кількість та розміри сировини створюють ускладнення для контролю протікання процесів, якості проміжних та кінцевого продукту.

В системі керування якістю дуже важливим є збір та збереження даних характеристик процесів та матеріалів для подальшого аналізу та визначення причин, які спричиняють брак та для відносного прогнозування імовірності браку. Оскільки ведення паперових журналів характеристик процесів є досить незручним та уже не актуальним варіантом, запропоновано розробити програму для внесення отриманих даних про характеристики проміжного продукту на робочому місці оператора, що слідкує за процесом спікання. Алгоритм програми спрямований на введення, збереження та візуалізацію зміни значень технологічних показників та їх подальшим прогнозуванням.

При виявленні точок погіршення якості інформація про них вноситься в спеціальну таблицю, де вказується номер точки (можна визначити з графіку), причина виникнення проблеми та дії для її усунення, які були виконані. Визначити причини та дії по усуненню проблеми можна скориставшись деревом порушень та діаграмою Парето.

У результаті дослідження особливостей та властивостей технологічних процесів виробництва глинозему спіканням в цілому, для візуалізації та спостереження за значеннями вимірюваних параметрів виробництва запропоновано використовувати прикладну програму у середовищі *Microsoft Excel*. Програма має функції генерування випадкових величин вимірюваних виробничих параметрів;

проведення статистичних обчислень таких параметрів як концентрація оксиду алюмінію; візуалізація стану технологічних параметрів у вигляді графіків.

Візуальне подання результатів роботи програми представлено на рисунках 4.3— 4.9.

Кожного разу, коли заступає нова зміна, оператор, який слідкує на процесом спікання, вводить в таблицю реєстрації операторів своє прізвище, ім'я, та дату (рисунок 4.3).

Дата	Зміна №	Прізвище Ім'я Побатькові	Підпис
01.02.2018	2	Атаманчук Ігор Васильович	
02.02.2018			
03.02.2018			
04.02.2018			
05.02.2018			
06.02.2018			
07.02.2018			

Рисунок 4.3 – Документ *MS Excel* з таблицею реєстрації працівників перед зміною

Початок роботи кожної зміни супроводжується перевіркою головного по зміні чи всі працівники на місці та перевіряє налаштування програми введення даних.

Таблицю реєстрації даних наведено на рисунку 4.4. Таблиця створена в програмі *MS Excel*, та після внесення нових даних моментально будує діаграми та графіки.

Таблиця реєстрації даних										
Дата	Межа	Відносне відхилення вмісту оксиду алюмінію, %				Сума, Σx	Середнє, $\Sigma x/4$	Середнє, (в+ н)/2	Розкид, R	Лабор. аналіз
		1	2	3	4					
01.02.2018	нижня	3	7	4	2	16	4	5,375	2,75	5,6
	верхня	5	9	8	5	27	6,75			
02.02.2018	нижня	5	4	3	2	14	3,5	4,5	2	
	верхня	6	6	5	5	22	5,5			
03.02.2018	нижня	4	6	5	5	20	5	5,625	1,25	
	верхня	5	7	6	7	25	6,25			
04.02.2018	нижня	5	4	4	2	15	3,75	4,375	1,25	4,7
	верхня	6	5	5	4	20	5			
05.02.2018	нижня	5	5	4	3	17	4,25	5	1,5	
	верхня	7	6	6	4	23	5,75			
06.02.2018	нижня	2	3	2	1	8	2	2,875	1,75	
	верхня	3	4	5	3	15	3,75			
07.02.2018	нижня	3	5	4	4	16	4	4,875	1,75	5,2
	верхня	6	6	6	5	23	5,75			
08.02.2018	нижня	3	4	2	5	14	3,5	4,125	1,25	
	верхня	5	5	3	6	19	4,75			
09.02.2018	нижня	2	3	4	2	11	2,75	3,625	1,75	
	верхня	5	4	5	4	18	4,5			
10.02.2018	нижня	3	7	4	3	17	4,25	5,25	2	5,8
	верхня	5	8	6	6	25	6,25			
11.02.2018	нижня	4	4	3	3	14	3,5	4,25	1,5	
	верхня	5	6	5	4	20	5			
12.02.2018	нижня	2	2	1	2	7	1,75	2,375	1,25	
	верхня	3	3	2	4	12	3			
13.02.2018	нижня	3	3	2	2	10	2,5	3,125	1,25	3,6
	верхня	4	3	5	3	15	3,75			
14.02.2018	нижня	2	5	3	4	14	3,5	4,5	2	
	верхня	5	6	6	5	22	5,5			

Рисунок 4.4 – Документ *MS Excel* з таблицею реєстрації даних відхилень концентрації оксиду алюмінію



Рисунок 4.5 –Документ *MS Excel* зі статистикою коливань відхилень концентрації



Рисунок 4.6 –Документ *MS Excel* із зображенням досліджень відхилень концентрації: 1 – дослідження оператора; 2 – результати лабораторного аналізу

Таблиця реєстрації даних										
Дата	Межа	Відносний вміст оксиду алюмінію, %				Сума, Σx	Середнє, $\Sigma x/4$	Середнє, $(v+n)/2$	Розкид, R	Лабор. аналіз
		1	2	3	4					
01.02.2018	нижня	47	43	46	48	184	46	50,3	8,5	50,6
	верхня	57	52	53	56	218	54,5			
02.02.2018	нижня	45	46	47	48	186	46,5	51,0	9	
	верхня	55	55	56	56	222	55,5			
03.02.2018	нижня	46	44	45	45	180	45	49,9	9,75	
	верхня	56	54	55	54	219	54,75			
04.02.2018	нижня	45	46	46	48	185	46,25	51,1	9,75	51,4
	верхня	55	56	56	57	224	56			
05.02.2018	нижня	45	45	46	47	183	45,75	50,5	9,5	
	верхня	54	55	55	57	221	55,25			
06.02.2018	нижня	48	47	48	49	192	48	52,6	9,25	
	верхня	58	57	56	58	229	57,25			
07.02.2018	нижня	47	45	46	46	184	46	50,6	9,25	50,3
	верхня	55	55	55	56	221	55,25			

Рисунок 4.7 – Документ *MS Excel* з фрагментом таблиці реєстрації даних концентрації оксиду алюмінію



Рисунок 4.8 – Документ *MS Excel* із зображенням досліджень концентрації:
1 – дослідження оператора; 2 – результати лабораторного аналізу

	Х-карта			\bar{X}	R-карта			R
	CLx	UCLx	LCLx		CLr	UCLr	LCLr	
1	52,92	63,3352	42,5048	49,25	5,54	18,09918	0	8
2	52,92	63,3352	42,5048	54,5	5,54	18,09918	0	7
3	52,92	63,3352	42,5048	49,5	5,54	18,09918	0	5
4	52,92	63,3352	42,5048	45	5,54	18,09918	0	6
5	52,92	63,3352	42,5048	46,75	5,54	18,09918	0	7
6	52,92	63,3352	42,5048	45,25	5,54	18,09918	0	4
7	52,92	63,3352	42,5048	47,25	5,54	18,09918	0	6
8	52,92	63,3352	42,5048	55,75	5,54	18,09918	0	5
9	52,92	63,3352	42,5048	48,25	5,54	18,09918	0	6
10	52,92	63,3352	42,5048	50,25	5,54	18,09918	0	8
11	52,92	63,3352	42,5048	57,75	5,54	18,09918	0	4
12	52,92	63,3352	42,5048	47	5,54	18,09918	0	5
13	52,92	63,3352	42,5048	46,25	5,54	18,09918	0	2
14	52,92	63,3352	42,5048	49	5,54	18,09918	0	5
15	52,92	63,3352	42,5048	51	5,54	18,09918	0	7
16	52,92	63,3352	42,5048	56,5	5,54	18,09918	0	6
17	52,92	63,3352	42,5048	58	5,54	18,09918	0	7
18	52,92	63,3352	42,5048	46,25	5,54	18,09918	0	6
19	52,92	63,3352	42,5048	47	5,54	18,09918	0	5
20	52,92	63,3352	42,5048	54	5,54	18,09918	0	4
21	52,92	63,3352	42,5048	55,5	5,54	18,09918	0	3
22	52,92	63,3352	42,5048	54	5,54	18,09918	0	5
23	52,92	63,3352	42,5048	48,5	5,54	18,09918	0	6
24	52,92	63,3352	42,5048	46,75	5,54	18,09918	0	6
25	52,92	63,3352	42,5048	47,25	5,54	18,09918	0	2
26	52,92	63,3352	42,5048	52,25	5,54	18,09918	0	4
27	52,92	63,3352	42,5048	56,25	5,54	18,09918	0	3
28	52,92	63,3352	42,5048	58,25	5,54	18,09918	0	5
29	52,92	63,3352	42,5048	58,5	5,54	18,09918	0	6
30	52,92	63,3352	42,5048	53,5	5,54	18,09918	0	7

Рисунок 4.9 – Документ *MS Excel* із зображенням фрагменту даних для побудови \bar{x} -R – карти

Об'єм, n	Х-карта	R-карта		
	A2	D3	D4	d2
2	1,88	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,575	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059

Рисунок 4.10 – Документ *MS Excel* з таблицею коефіцієнтів для \bar{x} -R – карти

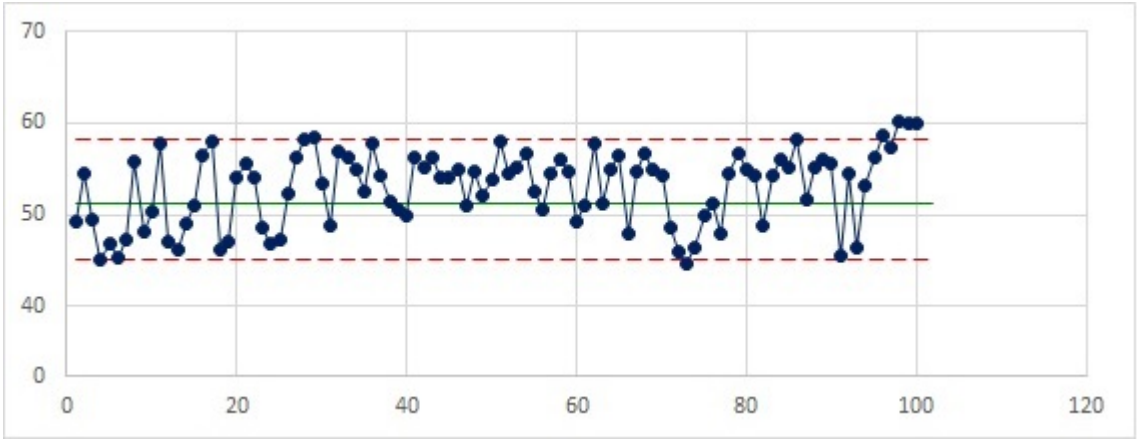


Рисунок 4.11 – Зображення графіку \bar{x} — карти

Таблиця точок імовірного браку		
№ точки	Причина	Дія по усуненню
4	Спад температури нижче допустимого значення	Збільшити подачу топкових газів
18	Спад температури нижче допустимого значення	Збільшити подачу топкових газів
24	Спад температури нижче допустимого значення	Збільшити подачу топкових газів

Рисунок 4.12 – Документ *MS Excel* з таблицею можливих причин погіршення якості

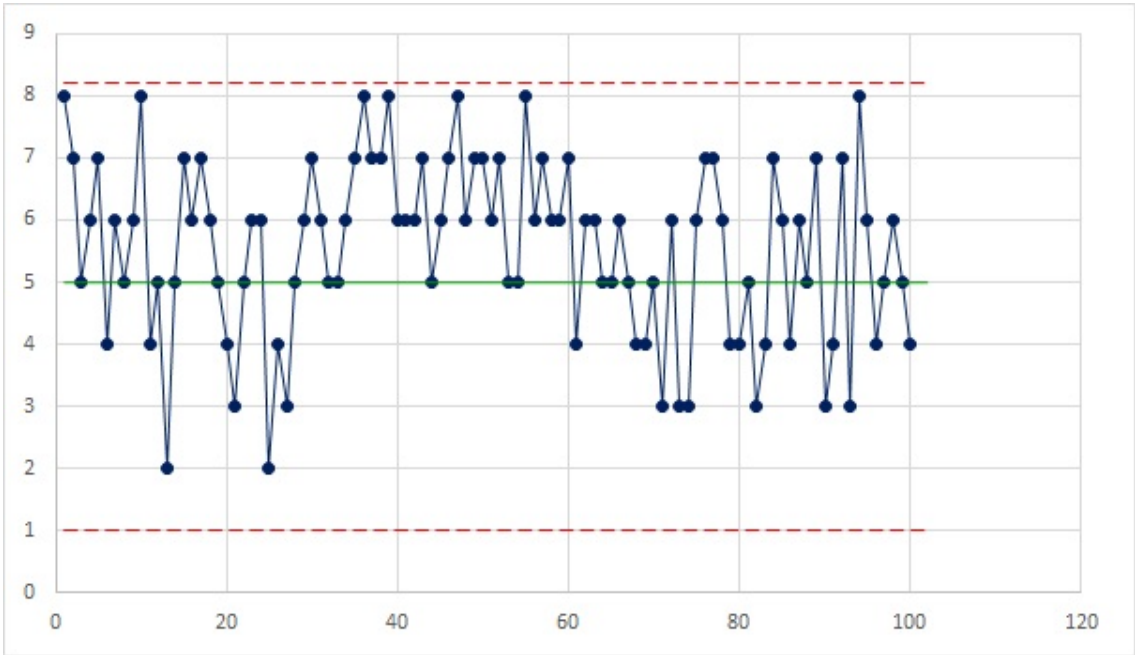


Рисунок 4.13 – Зображення графіку R — карти

Висновки до розділу 4

Результатами четвертого розділу є використання статистичних методів контролю якості продукції. Досліджено способи оцінювання якості продукції на основі карт і таблиць, які доцільно використати для робочого місця оперативного персоналу. Зокрема показано, як формувати вибірку, на основі якої розраховують міри, що оцінюють характеристики розподілення, такі як: середнє арифметичне (математичне сподівання), дисперсію, розкид. Побудовано діаграми із зібраною статистикою по концентрації оксиду алюмінію. Розроблено прикладну програму для робочого місця фахівця-оператора, який спостерігає за процесом спікання. На основі отриманих даних було побудовано контрольна карти контролю якості.

5. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1. Ідея та опис стартапу

Назва проекту: «*StatdataRecord*» (СтартдатаРекорд). Логотип проекту зображений на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Логотип стартап-проекту

Ідея стартап проекту полягає у створенні математичної програми, яка збиратиме статистичну інформацію про дані перебігу процесів (в нашому випадку – концентрація оксиду алюмінію в процесі спікання), виконуватиме реєстрацію показників технологічних параметрів, будувати діаграму значень з прогнозуванням наступних результатів, реєстрація точок, значення яких виходить за межі допустимих, інформування про перебіг процесу.

Математична програма буде виконувати такі задачі:

1. Збір та реєстрація значень контрольованих технологічних параметрів;
2. Побудову діаграм із зібраних статистичних даних з імовірним прогнозом їх подальшого розвитку;
3. Визначення режимів та реєстрація точок, які виходять на межі допустимий меж та можуть спричинити брак;
 - Моніторинг відхилення вихідних значень параметрів;
 - Пошук причини спричинення відхилення;
 - Аналіз причин аварійної ситуації;
 - Рекомендації щодо усунення аварії.

Проект розробляється базуючись на даних та параметрах трубчастої печі у виробництві глинозему спіканням, з якої ми отримуємо готовий продукт – глинозем на кальцинування (Al_2O_3).

Процес виробництва складається з великої кількості апаратів та послідовного підключення потоків сировини у ході виробництва.

Статистичні методи, які використовуються у стартапі, будуть включати детальний опис усіх можливих ситуацій які можуть трапитися з об'єктом та на виробництві в цілому.

Побудова графіків:

- Значення вхідних параметрів від номеру досліду;
- Значення вихідного параметру від номеру досліду
- Статична характеристика процесу.

Команда: Попович Ольга та Попович Наталія. Обов'язки розподілені однаково.

Конкуренти: Ринок в процесі дослідження. Практично у кожній компанії, яка займається виробництвом у сфері хімічної, металургійної та харчової промисловості, розроблена математична програма розрахунку необхідних параметрів відповідно до власних вимог. Такі програми дуже рідко можуть бути універсальними та зручними у використанні для інших процесів виробництва.

Ми пропонуємо програму з максимально універсальними функціями та властивостями.

Ціль програми: широке використання програми у різних галузях промисловості, зокрема хімічній, металургійній та харчовій. Можливість застосування стартапу у інших виробництвах.

Гроші: 500 \$ в місяць (приблизний термін на написання програми 6 місяців).

Де шукати гроші: інвестиції від підприємств та приватних підприємців, які зацікавлені в використанні цієї програми.

Конкурентні переваги: розробниками програми є саме ті спеціалісти, які започаткували цю технологію. Ми розробники і виконавці.

5.2. Аудит динаміки та основних тенденцій ринку виробництва глинозему

Для даного виробництва досліджена динаміка ринку за 3 роки (2014 - 2017 рр.). Дані та графіки ринку побудовані у програмному середовищі *MS Excel* та наведені на рисунках 5.2 та 5.3.

На сьогодні життєвий цикл досліджуваного ринку знаходиться на етапі *зростання*, оскільки порівняно з 2016 роком, обсяги виробництва глинозему зросли.

Орієнтуючись на статистику, прогнози позитивні, оскільки існує велика імовірність продовження зросту та переходу на етап стабільності і насичення. Зріст пояснюється збільшеною потребою у імпорті глинозему, а також у актуальності її використання в Україні.

З огляду на динаміку ринку, Стартап «*StatdataRecord*» полегшить роботу та діяльність різних підприємств за допомогою своїх функцій. Прискорить поліпшення динаміки ринку та зекономить час виробникам. Можуть виникнути складнощі з виходом програми на ринок через затратені коштів та часу на адаптацію програми під виробництва, проте в перспективі всі витрачені кошти повернуться у вигляді зменшених витрат та збитків у підприємстві.

	Обсяги виробництва глинозему, тис. тонн			
Виробництво/Рік	2014	2015	2016	2017
Миколаївський глиноземний завод	1250	1042	1141	1196

Рисунок 5.2 – Таблиця з даними про обсяги виробництва глинозему в Україні



Рисунок 5.3 – Графіки зміни обсягів виробництва глинозему заводом в Україні за 3 роки

5.3. Аналіз маркетингового середовища

Результатом цього розділу є аналіз маркетингового середовища приватного підприємства ПП «СТАТДАТАРЕКОРД».

Товаром, якому присвячено аналіз маркетингового середовища виступає прикладна програма збору та прогнозування виробничих процесів для робочого місця оператора-технолога.

5.3.1. Аналіз внутрішнього середовища

1. Загальна інформація про компанію:

Історія розвитку підприємства:

Компанія заснована двома сестрами, Ольгою та Наталією Попович у 2017 році за підтримки дипломного керівника Ярощук Людмили Дем'янівни.

Прикладна програма, адаптацією якої займаються засновники спрямована на підтримання стаціонарності режимів на виробництві, попередження утворенню браку, аварій, для перевірки якості продукції на її відповідність згідно ДСТУ.

Товарний портфель (асортимент товарів та послуг):

Розробка та адаптування прикладної програми до різних виробництв які надає замовник. Підтримання функціонування програми та її дієздатності. Відповідність сучасним стандартам.

Географічне розташування підприємства:

03056, м. Київ

вул.. Борщагівська, 146

квартира 10-03

Корпоративні стандарти:

Постійна комунікація з клієнтом та професіоналізм розробників дають якісно створений продукт.

Ресурси і обмеження:

Основою є інтелектуальні та інформаційні ресурси компанії. Інформаційні ресурси базуються на дослідженнях та аналізі досліджуваного виробництва, використання методів та технологій розроблених у інформаційній сфері.

Надається короткий опис товару, якому присвячено аналіз маркетингового середовища. Розглядаються три рівні товару та його особливості.

аналіз виробництва – виокремлення основних контрольованих параметрів – адаптування програми до виробництва

Ринкова історія товару:

На даний момент ринкової історії товару не існує так як він на етапі розробки.

Визначення етапу життєвого циклу товару.

Відносно продукції виробництва глинозему, товар знаходиться на стадії зрілості.

Узагальнено розглядається динаміка розвитку галузі:

Основні оператори ринку:

На ринку України ПП «СТАТДАТАРЕКОРД» є поки єдиною компанією з розробки математичних програм у сфері хімічної, металургійної та харчової промисловості.

Економічні та соціальні тенденції ринку:

Забезпечення робочих місць близько 100 людям з професійними навиками та стажем, забезпечення ринку України необхідним товаром яка допоможе уникнути браку та матеріальних втрат підприємства.

Характеристики ринку:

Щодо ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» м. Миколаїв

Розмір підприємства: 0,39 км²

Затребуваний асортимент продукції, стійка позиція на ринку серед конкурентів.

Споживачі на території України та ближньому зарубіжжі (експорт)

За останні кілька років суттєвих спадів виробництва не спостерігалось.

Завдяки попередньому опитуванню керівництва та співробітників компанії визначаються події, що обумовлюють актуальність проведення аналізу маркетингового середовища підприємства.

Викладена вище загальна інформація систематизується у вигляді переліку факторів внутрішнього маркетингового середовища фірми за такими групами:

Організаційно-правові:

1. форма власності – Приватне підприємство
2. форма організації – компанія
3. організаційна структура – лінійна
4. система менеджменту – стратегічний менеджмент



5. стиль керівництва – демократичний

Ресурси:

6. фінансові: в основному це інвестиції фірм, які бажають адаптувати прикладну програму під своє виробництво
7. виробничі та складські потужності: на даний момент це кімнати та кабінети учасників компанії. В подальшому планується оренда спеціального приміщення для команди розробників.
8. технології: застосовуються як традиційні так і сучасні технології створення програми. Використання нових методів адаптування для скорочення часу очікування обчислень.
9. Інформаційні: індивідуальні та колективні знання спеціалістів (ті, що не підлягають документації), наукові розробки та дослідження, аналізи виробництва, статистичні дані, проекти, аналітичні та практичні моделі (документовані).
- 10.Трудові: команда розробників та спеціалістів у цій сфері.
- 11.Інтелектуальні: знання, навички та виробничий досвід нашої команди та помічників і такі нематеріальні активи, як патенти, бази даних, програмне забезпечення для інших виробництв.
- 12.Правові: джерела з мережі Інтернет та інші інформаційні ресурси щодо особливостей технології виробництв.

В таблиці 5.1 вказаний аналіз внутрішнього маркетингового середовища підприємства.

Таблиця 5.1– Аналіз внутрішнього маркетингового середовища підприємства

Внутрішні фактори	Вплив фактору		Симптоми проблеми/можливості
	Можливості	Загрози	
Стратегічне планування та її проблематика	Ускладнене прогнозування, визначення цілей, завдань роботи компанії і методів їх досягнення		Проведення комплексних маркетингових досліджень, розробка стратегії діяльності компанії з урахуванням кризових ситуацій
Низька обізнаність існування компанії	Відсутність рекламованості компанії серед клієнтів	Недовірливе ставлення потенційних клієнтів	Використання різноманітних способів просування, створення

			презентацій, реклама, участь у тендерах
Низький рівень фінансування	Фізичний зношення обладнання (ноутбуків та аксесуарів до них)		Внесення змін до фінансового плану компанії; пошук нових інвесторів
Інтелектуальний потенціал компанії		Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних переваг	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка методів, спрямованих на підвищення продуктивності праці
Інновації	Пошук нових клієнтів з сучасним мисленням	Співпраця з клієнтами, орієнтованими на розвиток товару	Пошук клієнтів-новаторів

Таблиця 5.2 – Узагальнений список необхідної інформації.

№ п/п	Необхідна інформація
1	Залучення нових інвестицій
2	Рекламування компанії, інші способи просування на ринку
3	Сценарій дій компанії у кризових ситуаціях
4	Комплексні маркетингові дослідження
5	Мотивація співробітників для покращення продуктивності праці
6	Пошук клієнтів з сучасним мисленням
7	Способи та методи приваблювання нових клієнтів

5.3.2. Аналіз зовнішнього середовища

Таблиця 5.3 – Підсумкова таблиця факторів політико-правового середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Просування українських товарів до Європи та ближнього зарубіжжя	Розширення ринку збуту товару	Витіснення вітчизняного товару закордонним	Підведення товару компанії до вимог та стандартів Європейського середовища
Урегулювання діяльності компанії законодавчими актами і законами	Підвищення якості товарів і послуг відповідно до сертифікатів та ліцензій.		Дотримання захисту прав споживачів, забезпечення безпеки праці, часу роботи, мінімальної заробітної плати
Наявність аспектів хімічної та харчової промисловості в стратегії сталого розвитку України	Отримання державних інвестицій для впровадження технології		Пошуки каналів зв'язку з потрібними державними установами для отримання інвестицій

Таблиця 5.4 – Підсумкова таблиця факторів економічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Економічний потенціал України		Недостатність клієнтів-підприємств, що можуть дозволити собі оновлення систем	Вивід товару на закордонні ринки
Світова економічна криза		Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів	Пошук шляхів здешевлення товару без компенсування цього за рахунок його якості
Падіння рівню промислового виробництва в країні		Мала кількість місць впровадження технології	Пошук закордонних клієнтів

Таблиця 5.5 – Підсумкова таблиця факторів науково-технічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Поява нових інноваційних технологій керування та виробництва		Поява нових конкурентів	Постійний розвиток та вдосконалення товару, орієнтація на постійних клієнтів
Інтенсивний розвиток ринку	Для того, щоб бути конкурентоспроможним, підприємству необхідно відповідати все більш зростаючим вимогам до технології та обладнання.		Спостереження та впровадження технологій, що йдуть в ногу з часом

Таблиця 5.6 – Підсумкова таблиця факторів демографічного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливо сті	Загрози	
Зміна населення України не впливає на якість та розповсюдженість запропонованого товару на ринку			

Таблиця 5.7 – Підсумкова таблиця факторів соціо-культурного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Бажання працівників зменшити обсяг виконання роботи	Перевага над конкурентами за рівнем автоматизації, зниженням кількості людської праці		Вдосконалення елементів системи для зниження рівня людської праці
Особливості відношення українських клієнтів		Вибір перевірених технологій перевірених виробників замість інноваційної	Демонстрація на практиці переважання якості товару за рахунок його інноваційності

Таблиця 5.8 – Підсумкова таблиця факторів природного середовища.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Використання енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій	Перевага над конкурентним товаром за рахунок енергоефективності, екологічної безпеки		Пошук шляхів доведення та представлення переваг товару компанії над конкурентами

5.3.3 Аналіз факторів мікроркетингового середовища.

Таблиця 5.9 – Підсумкова таблиця впливу споживачів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Бажання клієнтів мати якісний продукт за короткий час і низьку вартість	Подолання конкурентів за рахунок унікального дизайну	Втрата клієнтів через невідповідність зовнішнього вигляду товару	Постійна робота над дизайном та ергономічністю товару
Вплив статусу бренду на клієнтів		Втрата потенційно важливих клієнтів	Робота над іміджем компанії, доведення слів ділом, підтвердження якості товару
Здатність покупців торгуватися		Втрата потенційних клієнтів через велику вартість товару та послуг	Співпраця з клієнтами на взаємовигідних умовах поступок

Таблиця 5.10 – Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Наявність нових конкурентів		Рівень інноваційності нових конкурентів перевищить рівень інноваційності компанії	Моніторинг ринку, спроби технологічно випереджувати конкурентів

Наявність взаємозамінних товарів		Поява інноваційного промислового обладнання, що не потребує впровадження пропонуванних систем	Робота над адаптивністю систем для впровадження на різні типи, види та рівні виробництва
Конкуренція між існуючими компаніями		Витіснення конкурентами компанії з ринку	Порівняння, аналіз товару конкурентів, запозичення гарних тенденцій та запобігання помилок конкурентів

Таблиця 5.11 – Підсумкова таблиця впливу постачальників

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Зменшення фірм постачальників в період кризи		Втрата постійних постачальників	Наявність зв'язків з різними постачальниками, що можуть бути взаємозамінні

Таблиця 5.12 – Підсумкова таблиця впливу контактних аудиторій

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
ЗМІ	Просування власного бренду	Просування конкурентів, публікація неправдивої інформації	Просування власного бренду за рахунок взаємодії з різними видами ЗМІ
Конференції, реклама, виставки	Здобування підприємством «власного імені» у професійно-технічній спільноті		Співпраця з цими спільнотами, відвідування тематичних заходів, використання будь-якої можливості заявити про себе
Існуюча база контактів компанії	Підвищення продуктивності розробок за рахунок ефективної командної діяльності	Зниження продуктивності розробок за рахунок поганих відносин у колективі	Підвищення командного духу, проведення тимблдингів, корпоративів, пошук спільних інтересів

5.3.4. Формулювання управлінської проблеми

Таблиця 5.13 – SWOT- аналіз

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - Високий інтелектуальний потенціал компанії - Інноваційність технології - Високий рівень енергозбереження та ресурсозбереження загалом - Адаптованість продукту під задане виробництво - Можливість виходу на закордонний ринок 	<ul style="list-style-type: none"> - Недостатня обізнаність про компанію на ринку - Низький рівень фінансування - Конкуренція на ринку - Зменшення кількості можливих постачальників в умовах кризи
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - Перевага над конкурентним товаром за рахунок малокомпонентності, енергоефективності, екологічної безпеки. - Підвищення продуктивності розробок за рахунок ефективної командної діяльності. - Подолання конкуренції за рахунок унікального дизайну систем - Плідна співпраця з постачальниками на взаємовигідних умовах поступок 	<ul style="list-style-type: none"> - Поява інноваційного технічного обладнання. - Витіснення конкурентами компанії з ринку - Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів - Недостатність клієнтів-підприємств, що можуть дозволити собі оновлення систем - Витіснення вітчизняного товару закордонним

Управлінською проблемою на даному етапі є велика затрата часу на просування компанії та рекламування товару на ринку України. Виникає мета заохочування більшої кількості інвесторів та клієнтів для поширення впізнаваності продукту.

Розроблені альтернативні шляхи вирішення управлінської проблеми/ реалізації управлінської можливості наведені у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 – Слабкі та сильні сторони альтернативних шляхів.

Альтернативи	Слабкі сторони	Сильні сторони
1. Пошуки каналів зв'язку з потрібними державними установами для отримання інвестицій	Складність пошуку цих каналів	Розширення клієнтської бази
2. Демонстрація на практиці переважання якості товару за рахунок його інноваційності	Стереотипність та страх клієнтів перед новинками	Зміна ставлення до інновацій, розширення меж потенціальних клієнтів

3. Підтримання співпраці з постійними клієнтами	Недостатня кількість уваги новим клієнтам	Підтримання стабільної бази постійних клієнтів
4. Праця над основною задачею - адаптивністю програми для широкого спектру виробництв.	Значні робочі ресурси використані на адаптацію прикладної програми.	Значне розширення ринку та можливостей на ньому.

Найоптимальнішим шляхом вирішення управлінської проблеми є – поєднання різних напрямів та шляхів розв’язання поставлених проблем; рекламування назви компанії; робота над якістю, енергоефективністю та ергономічністю товару.

5.4. Конкурентний аналіз компанії

У цьому розділі проведено конкурентний аналіз компанії ПП «СТАТДАТАРЕКОРД»

Таблиця 5.15 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1.Вказати тип конкуренції: монополія/ олігополія/ монополістична/чиста	Чиста конкуренція. Немає компаній які повністю завоювали ринок у цій області, суперництво між компаніями мало впливає на загальну ситуацію на ринку.	Конкуренство зачасту з потенційними клієнтами коли ми пропонуємо використати кращу та багатофункціональнішу технологію.
2.За рівнем конкурентної боротьби: локальний/національний..	Локальна боротьба. В основному кожна фірма розробляє маленьку програму під своє виробництво.	Підвищення функціональності програми.
3.За галузевою ознакою: міжгалузева/ внутрішньогалузева	Внутрішньогалузева ознака. Програма використовується в конкретному виробництві (хімічна, металургійна та харчова промисловість).	Охоплення більшої кількості заданості всередині підприємства.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова/ товарно-видова/ між бажаннями	Товарно-видова конкуренція. Ідентичність структури програми виключається	Пропонується прикладна програма що відрізняється від вже створених.
5.За характером конкурентних переваг: цінова/ нецінова	Конкурентна перевага і цінова і нецінова. Якість продукту та її цінова категорія.	Розроблена програма дещо дорожча за програми конкурентів, проте охоплює більшу функціональність.
6.За інтенсивністю: марочна/ немарочна	Немарочна. Спеціальної марки програма немає.	Адаптація під інші виробництва призводить іноді до зміни функцій програми.

Таблиця 5.16 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Відсутні	Підприємств а-клієнти	Відсутні	Виробництва хімічної та харчової промисловості	Програми вузької функціональності
Висновки	Відсутні	В ринок увійти можливо при достатній аргументації якості товару.	Оскільки прикладна програма це інтелектуальний продукт, постачальниками виступають розробники.	Презентація потенційним клієнтам нового багатофункціонального товару	Пропонування використання широко застосованого товару замість малофункціональних

Таблиця 5.17 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Наявність нових конкурентів	Моніторинг ринку, спроби технологічно випереджувати конкурентів
2	Наявність взаємозамінних товарів	Робота над адаптивністю систем для впровадження на різні типи, види та рівні виробництва
3	Конкуренція між існуючими компаніями	Порівняння, аналіз товару конкурентів, запозичення гарних тенденцій та запобігання помилок конкурентів

Таблиця 5.18 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін стартапу «СТАТДАТАРЕКОРД»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з СтатдатеРекорд.						
			- 3	- 2	- 1	0	1	2	3
1	Наявність нових конкурентів	6			x				
2	Наявність взаємозамінних товарів	17						x	
3	Конкуренція між існуючими компаніями	10				x			

5.5. Ринкові стратегії стартап-проекту

Таблиця 5.19 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах сегменту	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входження у сегмент
1.	Підприємства хімічної та харчової промисловості	57%	90%	Конкуренція невисока, оскільки не так багато великих виробництв на території України	Спілкування напряду з представниками цільової аудиторії, загострення уваги не перевагах нашої програми.
Які цільові групи обрано: Для розвитку і «гарного» старту підприємства спочатку сконцентрувати увагу на цільовій групі невеликих підприємств у яких власне програмне забезпечення погане. Далі переходити до захоплення аудиторії великих заводів та пропонувати багатофункціональну програму.					

Таблиця 5.20 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Доступна ціна для початку	Масовий маркетинг	Ідеальне для клієнта співвідношення ціна/якість	Стратегія лідерства по витратах
2.	Підписання довгострокових контрактів	Диференційований маркетинг	Супровід систем, їх технічне обслуговування, навчання персоналу	Стратегія диференціації

Таблиця 5.21 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є «першопрохідцем»?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні, проте удосконалена версія попередніх	Треба починати з осучаснених клієнтів, тих, хто готовий експериментувати.	Загальним для нашого товару і конкурентного є тільки основна ідея, а структура, компоненти, їх співвідношення є унікальними	Стратегія заняття конкурентної ніші

Таблиця 5.21 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Аргументована ціна. Супроводження товару Необхідна якість	Стратегія диференціації	Продукція вищої якості за конкурентну Можливість економити на ресурсах Програми лояльності за тривалі контракти Супровід товару	Висока якість та надійність. Тривалі контракти. Програми лояльності.

5.6. Комерційна пропозиція

У цьому розділі складено комерційну пропозицію від ПП «СТАТДАТАРЕКОРД».

КОМЕРЦІЙНА ПРОПОЗИЦІЯ

від «23» квітня 2018 року



Шановні партнери!

Пропонуємо вашій увазі наш проект – прикладна програма по збору, моніторингу та прогнозування для виробництв хімічної, металургійної та харчової промисловості на прикладі виробництва глинозему

Хто ми такі?

ПП «СТАТДАТАРЕКОРД» – команда інженерів-розробників та програмістів. Компанія заснована двома сестрами Ольгою та Наталією Попович у 2017 році за підтримки дипломного керівника Ярошук Людмили Дем'янівни.

Прикладна програма, адаптацією якої займаються засновники спрямована на збір, збереження та реєстрацію отриманих статистичних даних на виробництві, попередження утворенню браку, для перевірки якості продукції на її відповідність згідно ДСТУ.

Метою діяльності нашої команди є створення дійсно якісного продукту, що стане невід'ємною частиною виробництва і збільшить його якість, енерго- та ресурсоефективність.

Ми пропонуємо статистичні системи прогнозування та моніторингу за процесами на виробництві глинозему. Також ми пропонуємо послуги по впровадженню, обслуговуванню та супроводу цих систем. В подальшому, наша команда готова запропонувати послуги по навчанню персоналу компаній-клієнтів, що будуть працювати з нашою прикладною програмою.

Окрім цього, в подальшому прикладну програму можна буде удосконалювати новими можливостями і застосовувати її на нових апаратах та процесах.

Чому саме ми?

Основні конкурентні переваги нашої прикладної програми:

- Малокомпонентність
- Ресурсоефективність
- Екологічна безпека
- Помірна вартість
- Унікальний дизайн
- Можливість адаптувати системи під суміжні ринки
- Можливість впровадження систем закордоном

Основними ж перевагами співпраці з нами є

- Високий інтелектуальний потенціал компанії
- Згуртованість команди фанатів своєї справи
- Дипломатичність умов співпраці
- Спрямованість команди на постійне вдосконалення проекту

Скільки потрібно грошей?

Для створення системи спостереження з функцією пошуку джерела порушення нам необхідні наступні компоненти:

1. Персональний ноутбук – близько 30 тис. грн.

Організаційні витрати, на документацію та випробування – приблизно 10 тис. грн.

Витрати на надзвичайні випадки – близько 5 тис. грн.

Оскільки на початку запуску проекту його реалізація планується за рахунок активів проекту, то витрати на заробітну плату є опційними. Врахуємо витрати на ЗП – 20 тис грн. в місяць. Проект має окупити себе за 3-4 місяці.

Коли повернуться перші гроші?

Ми розраховуємо, що перші прибутки від наших систем сформуються вже після першого місяця їх застосування. Повністю ж проект окупить себе за 4 місяці.

Детальніше з інформацією про нашу команду ви можете дізнатись зателефонувавши за номером (097) 909-22-47 Попович Ольга.

З повагою,

Попович Ольга Вікторівна, співзасновник компанії ПП «СТАТДАТАРЕКОРД».

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація на тему «Керування якістю в системі автоматизації виробництва глинозему» містить результати досліджень описаних у п'ятих розділах.

За результатами проведених досліджень було досягнути головну мету магістерської дисертації, а саме було досліджено методи впровадження системи контролю якості за стандартом *ISO*, в тому числі описано структури показників якості процесів.

Перший розділ магістерської дисертації містить аналіз технологічної системи виробництва глинозему методом спікання. Результатами другого розділу є дослідження та визначення шляхів впровадження системи *ISO* у частину виробництва. В результаті декомпозиції було визначено показники якості для кожного з етапу та способи їх визначення. Способи визначення показників якості було проаналізовано та запропоновано технічні засоби у схему автоматизації.

У 3 розділі розроблена експертна система для прийняття рішень при порушеннях процесу спікання дозволить оперативно з'ясувати причини виникнення браку та запропонувати дії по її вирішенню. Саме це забезпечує розроблене дерево порушень. Також була введена нечітка система керування концентрацією оксиду алюмінію.

Результатами четвертого розділу є використання статистичних методів контролю якості продукції. Побудовано діаграми із зібраною статистикою по концентрації оксиду алюмінію. Розроблено прикладну програму для робочого місця фахівця-оператора, який спостерігає за процесом спікання. На основі отриманих даних було побудовано контрольна карти контролю якості.

Завершуючим етапом магістерської дисертації є створення стартап-проекту на основі розробленої програми у розділі 4. Для компанії ПП «СтатдатаРекорд» проведено детальний аналіз ринку, внутрішнього та зовнішнього маркетингового середовища. В результаті був розроблений стратегічний план розвитку та сформульований управлінський напрямок роботи компанії, виділено сильні та слабкі сторони компанії та розроблено комерційну пропозицію для потенційних клієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Лукінюк М. В.** Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. для курс. проектування. [Текст] / М. В. Лукінюк – К.: «ПОЛІПАРНАС», 2010. – 257 с.: іл. ISBN 000–000–000–0.
2. **Попович О. В.** Дослідження процесу виробництва глинозему методом спікання на викиди [Текст] / О. В. Попович, Л. Д. Ярошук // Тези доповідей Дев'ятої науково-практичної конференції студентів. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 95 с. : іл. – Бібліогр.: в кінці тез. – с. 21-22.
3. **Троицкий И. А.** Производство глинозема из бокситов. Технологические расчеты / И. А. Троицкий. М.: Metallurgiya, 1972. – 175 с.
4. **Абрамов В. Я.** Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья (Щелочные способы) // В.Я. Абрамов, И.В. Николаев, Г.Д. Стельмакова. М.: Metallurgiya, 1985. – 288 с.
5. **Попович О. В.** Основні положення системи ISO у виробництві глинозему методом спікання [Текст] / О. В. Попович, Л. Д. Ярошук // тези доп. Одинадцятої наук.-практ. Конф. студ. 2017 р., м. Київ / за заг. ред. А. І. Жученка. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 92 с. : іл. – Бібліогр. : в кінці тез. – с. 74–75. – 100 пр. – ISBN 978-966-622-803-4.
6. Сертификация систем качества [Электронный ресурс] : <http://elib.spbstu.ru/dl/quality/certif/sertific.html>.
7. Реализация системы менеджмента качества в ООО «Новус Л» [Электронный ресурс] : https://studwood.ru/934736/menedzhment/realizatsiya_sistemy_menedzhmenta_kachestva_novus.
8. [Каталог организаций очистки воды. Общие сведения](http://www.list-org.com/company/126396) [Электронный ресурс]: <http://www.list-org.com/company/126396>.
9. **Попович О.В.** Впровадження стандарту якості у виробництві глинозему методом спікання [Текст] / О. В. Попович, Л. Д. Ярошук // Матеріали IV Міжнародної

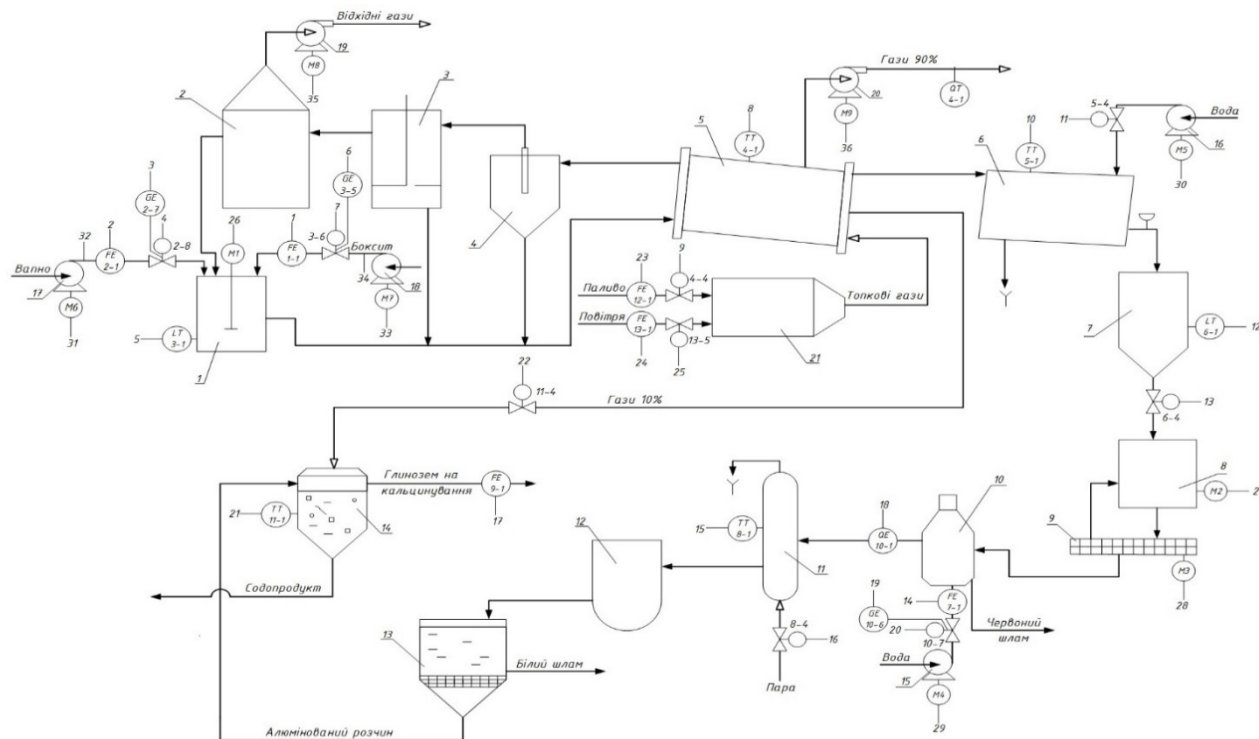
науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 22 листопада 2017 р. – с. 79-80 : [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2017 р. – 297 с. ISBN 978-966-612-202-8

10. **Х. Кумэ.** Статистические методы повышения качества [Текст]: Пер. С78с англ. / Под ред. Х. Кумэ. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 304 с.: ил. – Библиогр. : с. 112-126. – ISBN 5-279-00441-3.

ДОДАТКИ

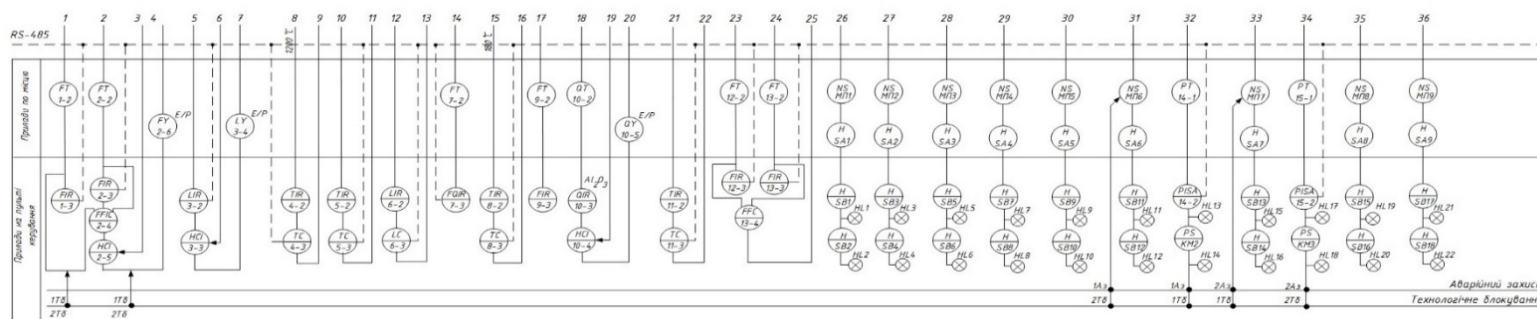
Додаток А

Додаток А.1– Схема автоматизації виробництва глинозему методом спікання.



№	Назва апарата	Кількість
1	Знижувач	1
2	Скрублер-осаджувач	1
3	Електрофільтр	1
4	Циклон	1
5	Трубчаста пч спікання	1
6	Трубчастий холодильник	1
7	Бумжер	1
8	Дробарка	1
9	Грохот	1
10	Вилучувач	1
11	Адаптований знекретнення	1
12	Завісник	1
13	Фільтр	1
14	Карбонізатор	1
15-20	Насос	4
21	Топка	1

• відбір окисленого спеку для лабораторного аналізу на визначення вмісту оксиду алюмінію та інших домішок.



Додаток Б

Таблиця Б1–База даних для аналізу станів об’єктів процесу отримання глинозему з бокситу методом спікання

№	Назва змінної	Ідент. змінної	Реєстр. потоку	Реєстр. попереднього апарату	Реєстр. наступного апарату	Місце спостереж.	Одиниці вимір.	Спосіб вимір.	Періодичність вимір.	Допустимі межі	Показник якості	Перелік показників пов’язаних зі змінною	Змінна-причина аварії?	Ознаки аварії	Наслідки аварії	Імовірність аварії	Скл. повний перелік аварій?	Визн. придатності для прогнозу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Потоки																		
1	Витрата вапна	Фвп	Вп1	Ск1	31	Трубопровід	т/год	Авт.	Непер.	2 2,1	Так	-	Так	Недопустима подача	Зменшення L ₃	5%	Так	-
2	Концентрація вапна	Свп	Вп1	Ск1	31	Труб.	% СаО	Авт.	Період.	86 89	Ні	Фвп	Ні	Недопустима конц. СаО	Зменшення Сш	3%	Так	-
3	Витрата пилу	Фп1	П1	СО1	31	Труб.	кг/год	Авт.	Непер.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
4	Концентрація пилу	Сп1	П1	СО1	31	Труб.	%	Авт.	Період.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
5	Кількість обертів лопастей	Wм	М1	-	31	М1	об/хв	Авт.	Непер.	55	Ні	-	Так	Зменшення обертів	Зменшення Сш	10%	Так	-
6	Витрата бокситу	Фб	Б1	Ск2	31	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	2,02 2,15	Так	Фвп	Так	Недопустима подача	Зменшення Сш	12%	Так	-
7	Розмір шматків бокситу	Нб	Б1	Ск2	31	Труб.	мм	Авт.	Період.	2 5	Ні	-	Ні	Несправність дробарки	Зменшення Сш	1%	Так	-
8	Концентрація бокситу	Сб	Б1	Ск2	31	Труб.	% Al ₂ O ₃	Авт.	Період.	52 54	Так	Фб	Ні	Неякісний матеріал	Зменшення Сш	5%	Так	-
9	Співвідношення бокситу і вапна	Фб/Фвп	Б1, Вп1	Ск2	31	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	2/2,02 2,1/2,15	Так	L ₃	Так	Не виявлено	Зменшення L ₃	-	-	-
9	Витрата пилу	Фп2	П2	Е1	ТП1	Труб.	кг/год	Авт.	Непер.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
10	Концентрація пилу	Сп2	П2	Е1	ТП1	Труб.	%	Авт.	Період.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
11	Витрата пилу	Фп3	П3	Ц1	ТП1	Труб.	кг/год	Авт.	Непер.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
12	Концентрація пилу	Сп3	П3	Ц1	ТП1	Труб.	%	Авт.	Період.	-	Ні	-	Ні	Не виявлено	-	-	-	-
13	Витрата шихти	Фш	Ш1	31	ТП1	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	4,02 4,3	Ні	Фвп, Фб, L ₃	Так	Невірний L ₃	Зменшення Fc	18%	Так	-
14	Концентрація шихти	Сш	Ш1	31	ТП1	Труб.	% Al ₂ O ₃	Авт.	Період.	47 51	Так	Свп, Сб	Ні	Недопустима Сш	Зменшення Сс (брак)	19%	Так	-
15	Витрата решток пульпи	Фрп	РП1	ТП1	Ск3	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	0,1 0,15	Ні	Fc	Ні	Не виявлено	Не виявлено	6%	Так	-
16	Концентрація решток пульпи	Срп	РП1	ТП1	Ск3	Труб.	% Al ₂ O ₃	Авт.	Період.	0,1 0,3	Ні	Сс	Ні	Не виявлено	Не виявлено	3%	Так	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
17	Витрата газів 90%	F _{Г1}	Г1	ТП1	НС	Труб.	м ³ /год	Авт.	Непер.	-	Ні	F _{ГГ}	Так	Затримка газів в ТП	Небезпека вибуху в ТП	21%	Так	-
										-								
18	Концентрація газів 90%	C _{Г1}	Г1	ТП1	НС	Труб.	% CO ₂	Авт.	Непер.	10	Ні	Спал	Ні	Затримка газів в ТП	Небезпека вибуху в ТП	9%	Так	-
										12								
19	Температура газів 90%	T _{Г1}	Г1	ТП1	НС	Труб.	°C	Авт.	Непер.	1150	Ні	T _{ГГ}	Так	Затримка газів в ТП	Небезпека вибуху в ТП	33%	Так	-
										1200								
20	Витрата спеку	F _с	C1	ТП1	TX1	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	4	Ні	F _ш	Ні	Недостатня подача шихти	Погіршення продуктивн. виробництва	18%	Так	-
										4,5								
21	Температура спеку	T _с	C1	ТП1	TX1	Труб.	°C	Авт.	Період.	1250	Ні	T _{ГГ}	Так	Збільшення T _{тп}	Погіршення продуктивн. виробництва	26%	Так	-
										1300								
22	Концентрація спеку	C _с	C1	ТП1	TX1	Труб.	% Al ₂ O ₃	Авт.	Період.	45	Так	C _ш	Ні	Недопустима C _ш	Погіршення якості кінцевого прод.	19%	Так	-
										49								
23	Пористість спеку	K _с	C1	ТП1	TX1	Труб.	мм	Авт.	Період.	5	Так	Tr2, Cr2	Ні	Недопустима T _{тп}	Низька пористість (брак)	24%	Так	-
										8								
24	Витрата топкових газів	F _{ГГ}	T _{Г1}	T1	ТП1	Труб.	м ³ /год	Авт.	Непер.	30	Ні	F _{пал} , F _{пов}	Так	Недопустиме F _{пов} /F _{пал}	Збільшення T _{тп}	34%	Так	-
										40								
25	Температура топкових газів	T _{ГГ}	T _{Г1}	T1	ТП1	Труб.	°C	Авт.	Непер.	1200	Ні	T _{пал} , T _{пов}	Так	Недопустима T _т	Збільшення T _{тп}	42%	Так	-
										1300								
26	Концентрація топкових газів	C _{ГГ}	T _{Г1}	T1	ТП1	Труб.	% CO ₂	Авт.	Непер.	10	Ні	T _{пал} , T _{пов}	Ні	Недопустима R _т	Збільшення T _{тп}	28%	Так	-
										12								
27	Витрата газів 10%	F _{Г2}	Г2	ТП1	K1	Труб.	м ³ /год	Авт.	Непер.	36	Ні	F _{ГГ}	Ні	Затримка газів в ТП	Погіршення якості кінцевого прод.	20%	Так	-
										41								
28	Температура газів 10%	T _{Г2}	Г2	ТП1	K1	Труб.	°C	Авт.	Непер.	1150	Ні	T _{ГГ}	Ні	Збільшення T _{ГГ}	Погіршення якості кінцевого прод.	33%	Так	-
										1200								
28	Концентрація газів 10%	C _{Г2}	Г2	ТП1	K1	Труб.	% CO ₂	Авт.	Непер.	10	Ні	Спал	Ні	Недопустиме F _{пов} /F _{пал}	Погіршення якості кінцевого прод.	22%	Так	-
										12								
29	Витрата палива	F _{пал}	Пал1	-	T1	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	0,3	Ні	F _{ГГ}	Так	Несправність насосу	Порушення F _{пов} /F _{пал}	19%	Так	-
										0,4								
30	Температура палива	T _{пал}	Пал1	-	T1	Труб.	°C	Авт.	Період.	-	Ні	F _{пов} , R _{пов}	Ні	Не виявлено	Не виявлено	-	-	-
										-								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

31	Витрата повітря	Fпов	Пов1	НС	T1	Труб.	м³/год	Авт.	Непер.	0,4 0,5	Ні	Fтг	Ні	Несправність насосу	Порушення Fпов/Fпал	9%	Так	-
32	Тиск повітря	Рпов	Пов1	НС	T1	Труб.	МПа	Авт.	Непер.	15	Ні	-	Ні	Несправність насосу	Порушення Rт	9%	Так	-
33	Температура повітря	Tпов	Пов1	НС	T1	Труб.	°C	Авт.	Період.	19 23	Ні	-	Ні	Не виявлено	Не виявлено	-	-	-
34	Співвідношення повітря та палива	Fпов/Fпал	Пов1, Пал1	НС	T1	Труб.	м³/год	Авт.	Непер.	0,7 0,8	Ні	Fпов, Fпал	Так	Порушення співвідношен ня	Підвищення Tт	19%	Так	-
35	Витрата води	Fв	B1	-	TX1	Труб.	м³/год	Авт.	Непер.	300 400	Ні	-	Ні	Несправність насосу	Збільшення Tтх	10%	Так	-
36	Тиск води	Рв	B1	-	TX1	Труб.	МПа	Авт.	Непер.	0,7 0,8	Ні	-	Ні	Несправність насосу	Збільшення Tтх	10%	Так	-
37	Витрата охолодженого спеку	Fос	OC1	TX1	B1	Труб.	т/год	Авт.	Непер.	4 4,5	Ні	Fс	Ні	Недопустима Fс	Погіршення якості кінцевого продукту	7%	Так	-
38	Температура охолодженого спеку	Tос	OC1	TX1	B1	Труб.	°C	Авт.	Період.	15 20	Ні	Tтх	Ні	Недопустима Tтх	Уповільнення виробництва	9%	Так	-
Апарати																		
39	Рівень у змішувачі	Lз	З1	CO1	ТП1	З1	м	Авт.	Період.	1,3 1,4	Ні	Fвп, Fб	Так	Порушення Fвп/Fб	Зменшення Fш	6%	Так	-
40	Температура в трубчастій печі	Tтп	ТП1	З1	TX1	ТП1	°C	Авт.	Непер.	1200 1300	Так	Tтг	Так	Недопустима Tтг	Зменшення Cc (брак)	48%	Так	-
41	Температура в топці	Tт	T1	-	ТП1	T1	°C	Авт.	Непер.	1200 1300	Так	Rпов, Tпов, Tпал	Так	Порушення Fпов/Fпал	Збільшення Tтг	41%	Так	-
42	Розрідження в топці	Rт	T1	-	ТП1	T1	-	Авт.	Непер.	- -	Так	Tт, Tтг	Ні	Невірний тиск повітря	Збільшення Tтг	6%	Так	-
43	Температура в трубчатому холодильнику	Tтх	TX1	ТП1	B1	TX1	°C	Авт.	Непер.	10 15	Ні	Tс, Fв, Tв, Рв	Ні	Недопустима Fв	Уповільнення виробництва	15%	Так	-

Додаток В

Додаток В.1–Дерево причин браку продукції

